ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 OCTOBRE 1948.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI VILLAT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. **Wander Johannes de Haas**, Associé étranger de l'Académie, **Manne Siegbahn**, Membre de l'Académie Royale des Sciences de Suède, **John Edward Sears**, Président du Comité International des Poids et Mesures, **Gino Cassinis**, Membre de l'Académie des *Lincei*, **Frantisek Pisek**, Professeur à l'École supérieure technique de Brno, Membre de l'Académie Masaryk, **Lucien Hibbert**, Recteur de l'Université de Port-au-Prince, Représentant de la République de Haïti à l'Assemblée des Nations Unies, **James-Montrose-Duncan Olmsted**, Professeur de Physiologie à l'Université de Berkeley, qui assistent à la séance.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

L'Académie vient de perdre l'un des membres de sa section des membres libres, en la personne de **Gustave Roussy**, décédé le 30 septembre dernier.

Né en 1874, Gustave Roussy commença sa carrière comme interne des hôpitaux de Paris, et chef de travaux au Collège de France, en 1910, il devenait agrégé et chef de travaux d'anatomie pathologique à la Faculté de Médecine. Pendant la guerre de 1914, il fut médecin d'ambulance à la Xe armée, puis chef du centre neurologique à l'armée de Lorraine, et enfin à la VIIe région, de Besançon.

En 1925, il prenait la succession du Professeur Letulle dans la chaire d'Anatomie pathologique; en 1933 il devenait doyen de la Faculté de Médecine, en 1937, il était appelé au Rectorat de l'Université de Paris. En mars 1939, il était élu dans notre Académie.

Toutes les étapes de sa carrière sont jalonnées par des travaux considérables. Sa thèse de doctorat, en 1907, sur la couche optique, demeure aujourd'hui encore un ouvrage classique, et l'individualité anatomo-clinique qu'il a isolée avec Déjérine sous le nom de *syndrome thalamique* est actuellement admise par les neurologistes du monde entier.

Roussy a ensuite apporté une contribution importante à la question des localisations corticales; ses recherches expérimentales, en collaboration avec Camus, ont mis en valeur le rôle joué par la méningite dans la genèse des cavités médullaires.

Dans le domaine de l'Endocrinologie, Roussy a poursuivi sur le corps thyroïde et les parathyroïdes, une série de travaux dont certains ont ouvert la voie à de nouvelles recherches, et dont plusieurs ont abouti à des résultats universellement acceptés aujourd'hui.

Mais dans le domaine des glandes endocrines, ce sont surtout les travaux poursuivis par Roussy sur l'hypophyse et le *tuber cinereum*, en collaboration avec Jean Camus jusqu'en 1914, puis avec M. Mosinger jusqu'en 1932, qui méritent de retenir l'attention. En effet Roussy a été conduit ainsi à déposséder l'hypophyse de plusieurs des fonctions qui lui étaient jusqu'alors attribuées; ces conclusions furent d'ailleurs violemment discutées, elles furent cependant confirmées par les physiologistes et les neurologistes de l'Europe et des États-Unis. Ensuite, de nouvelles recherches sur le système hypophysaire, à la faveur des techniques modernes et récentes, sont venues consolider les résultats présentés par Roussy. Je n'insisterai pas, naturellement, sur les détails des expériences poursuivies par notre confrère sur le système neuro-végétatif, le système cérébro-spinal, et plus particulièrement le système moteur extra-pyramidal. Je signale seulement les études sur la neuro-régulation de l'hypophyse, sur l'influence du ganglion cervical supérieur sur les sécrétions hypophysaires, et sur des phénomènes auxquels il a attaché le nom de neuricrinie (par opposition à la neurocrinie), et qui éclairent singulièrement le mécanisme des fonctions endocriniennes.

Mais j'ai hâte d'en venir à la partie la plus essentielle de l'œuvre de Roussy. A partir surtout de 1918, il s'est attaché à l'étude expérimentale du cancer: production expérimentale du cancer par le goudron, études anatomo-pathologique et biologique du cancer.

Il a, le premier, attiré l'attention sur le rôle du *facteur terrain* dans la production du cancer, puis il a poursuivi une étude méthodique du mode de réaction des tissus envahis. Il en a déduit des conclusions importantes quant au comportement des tissus à l'égard des radiations, permettant d'expliquer pourquoi les radiations peuvent être ou non indiquées pour tenter une guérison, les tissus déjà irradiés pouvant n'être plus en état de subir une nouvelle irradiation.

De l'étude des tumeurs du système nerveux, Gustave Roussy a tiré des déductions générales qui peuvent s'appliquer à toutes les tumeurs. Il a notamment mis en évidence qu'une tumeur formée d'éléments plus ou moins différenciés et rappelant des types embryonnaires, ne dérive pas nécessairement de cellules restées fixées à l'une des étapes de leur développement.

Ce bref exposé montre suffisamment, je pense, l'importance et l'intérêt des

travaux de Gustave Roussy; ces travaux ont reçu une large diffusion, soit par les mémoires originaux, soit par les ouvrages didactiques de l'auteur. Roussy a pris une part active à la lutte contre le cancer en France; il a créé lui-même cet Institut du Cancer, qui constitue une part éminente du patrimoine scientifique de la France. L'organisation matérielle de cet Institut qui lui est dû a déjà servi de modèle à plusieurs organisations analogues à l'étranger.

Il semble probable que les qualités d'organisateur déployées dans son décanat et à l'Institut du Cancer, ne furent pas étrangères au choix de Gustave Roussy en 1937, comme recteur de notre Université. Là encore, il fut un grand réalisateur et un grand entraîneur. Après une interruption imposée par la puissance occupante au cours de la dernière guerre, il avait repris ses fonctions après la libération. Plus d'un parmi nous pourrait dire les qualités de cœur qu'il a su y déployer.

Puis, il y a quelques mois, ce fut le coup de foudre, et le drame, que nous ne devons, ne voulons et ne pouvons ici connaître. Nous nous inclinons aujourd'hui avec émotion devant une immense et légitime douleur. Nous n'oublierons pas les services éminents rendus par Gustave Roussy à la science, à l'art thérapeutique et à la haute administration. Et maintenant dans un grand sentiment de détresse, notre pensée se reporte irrésistiblement sur les vers célèbres, admirables et terribles, par lesquels Sophocle termine son Œdipe-Roi : « Si tu veux juger la destinée d'un homme, il est nécessaire d'attendre son dernier jour, avant de pouvoir affirmer si cet homme a été heureux ».

CHIMIE PHYSIQUE. — *Effet produit sur la constante d'équilibre et la vitesse de transformation d'un système chimique par l'addition d'un adjuvant faisant varier la chaleur de réaction.* Note (*) de M. **Émile Briner**.

Comme il a été montré dans une précédente Note (1), lorsque, par l'addition d'un adjuvant, l'entropie ΔS d'une réaction n'est pas modifiée, le changement apporté, pour cette réaction, à l'énergie libre $\Delta^{I}G - \Delta^{II}G$ s'égale au changement apporté à l'enthalpie $\Delta^{I}H - \Delta^{II}H$ ou à la chaleur $Q_p^{II} - Q_p^{I}$ de la réaction.

D'un point de vue pratique, il convient d'examiner la portée de cette déduction sur l'équilibre d'un système, tel qu'il est caractérisé par la constante d'équilibre K_p. Il suffit pour cela d'appliquer l'équation bien connue, reliant ΔG et K_p :

$$\Delta G = -RT \ln K_p$$

à la réaction sans adjuvant (I) ou avec adjuvant (II), ce qui conduit à

$$\Delta^{I}G - \Delta^{II}G = \Delta^{I}H - \Delta^{II}H = Q_p^{II} - Q_p^{I} = RT \ln \frac{K_p^{II}}{K_p^{I}}.$$

(*) Séance du 27 septembre 1948.

(1) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 661.

Dans cette expression, pour le type de réaction considéré, $Q_p^{II} - Q_p^{I}$ est, à peu de choses près, indépendant de la température et peut, par conséquent, être calculé directement à partir des données thermochimiques trouvées dans les Tables pour des températures voisines de la température ordinaire.

Selon la relation ci-dessus, la répercussion sur la constante d'équilibre du gain thermochimique, dû à l'addition de l'adjuvant, peut être très marquée, car ce gain augmentant en progression arithmétique, le rapport K_p^{II}/K_p^{I} augmente en progression géométrique.

C'est ainsi que, dans l'exemple, cité dans la précédente Note, de l'hydrolyse du chlorure $CaCl_2$ par la vapeur d'eau, où $K_p = P_{HCl}^2/P_{H_2O}$, le calcul [2] montre que la pression d'équilibre P_{HCl} pour $P_{H_2O} = 1$ atm passe, à 900°K. et pour l'adjuvant SiO_2, de $6{,}3 . 10^{-5}$ atm à $1{,}6 . 10^{-1}$ atm.

On notera aussi que l'effet produit sur la constante d'équilibre, et par conséquent sur les pressions d'équilibre des constituants gazeux du système, diminuera avec la température croissante; de ce fait, la présence d'adjuvant pourra être particulièrement efficace aux températures peu élevées.

La valeur pratique de l'intervention d'un adjuvant apparaît encore plus importante, si l'on remarque que la vitesse de dégagement des gaz, tels que HCl ou SO_2 dans les réactions considérées, augmentera avec la pression d'équilibre de ces gaz; autrement dit, le rendement de ces opérations pourra être fortement amélioré par l'addition d'adjuvants appropriés.

A titre d'application de ces vues, nous relèverons les constatations faites sur l'action remarquable exercée par un adjuvant, le kaolin déshydraté (métakaolin), de formule brute $2SiO_2 . Al_2O_3$, dont le rôle s'interprète bien, si l'on prend précisément en considération les particularités thermochimiques caractérisant ce corps [3], formation endothermique (— 15,8 kcal) [4] à partir de $2SiO_2$ et Al_2O_3 et de décomposition fortement exothermique (+ 45,9 kcal) au-dessus de 1170°C. en SiO_2 et $SiO_2 . Al_2O_3$ (sillimanite).

Voici, par exemple, les effets comparés [5] de la silice et du métakaolin sur l'équilibre de dissociation du sulfate de potassium à 950°C., température à laquelle ce corps est encore solide.

K_2SO_4	Seul.	+ silice.	+ métakaolin.
Tension de dissociation en mm Hg	21	34	248

Le fort accroissement de la tension de dissociation, c'est-à-dire de la pression d'équilibre des gaz dégagés ($SO_2 + 1/2\, O_2$), lorsqu'on passe de la silice au métakaolin, résulte, comme on pouvait le prévoir, du gain beaucoup plus élevé réalisé sur la chaleur de réaction.

---

(2) E. Briner et N. Cagnaux, *Helv. Chim. Acta*, **31**, 1948, p. 556.

(3) Klever et Kordes, *Verh. Kais. Vilh. Inst. Silikatf.*, 3, 1930, p. 17.

(4) Tschernobaeff et Wologdine avaient trouvé auparavant la valeur — 12 kcal (*Comptes rendus*, **154**, 1912, p. 208).

(5) Valeurs extraites d'un mémoire de E. Briner, G. Pamm et H. Paillard, destiné à paraître dans un autre Recueil, dans lequel seront aussi exposés les résultats obtenus dans l'étude de la dissociation des sulfates $CaSO_4$ et Na_2SO_4.

Effectivement, d'après les calculs, en remplaçant comme adjuvant la silice par le métakaolin ([6]), l'endothermicité de la réaction de dissociation de K_2SO_4, qui est très endothermique, passe de -110^{kcal} à -61^{kcal}. Ce gain est dû, pour une part tout au moins, à l'endothermicité de la formation du métakaolin ([7]) à partir de $2SiO_2$ et de Al_2O_3; car, en utilisant le métakaolin transformé par chauffage à 1200°C., la tension de dissociation tombe, à 900°C, de 192 à 41^{mm} Hg.

Comme exemple de l'effet exercé par le métakaolin sur une vitesse de transformation, dans une réaction du type envisagé, nous citerons quelques résultats ([8]) relatifs à l'hydrolyse, à 700°C. de NaCl par la vapeur d'eau :

NaCl...........	Seul	$+SiO_2$	$+(2SiO_2+Al_2O_3)$	$+(2SiO_2Al_2O_3)$
R (%)...........	3,2	7	8,8	62

R y représente le rendement en % de la production de HCl rapporté à celui de l'hydrolyse totale de NaCl.

On remarquera l'accroissement très élevé de R lorsqu'on passe du mélange $2SiO_2+Al_2O_3$, de composition répondant à la formule du métakaolin, au métakaolin lui-même. Cet accroissement est dû aussi au gain réalisé sur la chaleur de réaction, en raison de la particularité thermochimique du métakaolin signalée plus haut.

Ces résultats montrent l'utilité, pour l'étude de toute une série de réactions, du raisonnement basé sur les données thermochimiques, dont la validité pratique a été établie dans ces Notes.

M. Emmanuel de Margerie, en déposant sur le Bureau de l'Académie le tome IV de son Ouvrage *Critique et Géologie*, qui vient de paraître ([1]), s'exprime en ces termes :

La région du Jura répond à la chaîne de montagnes la plus régulière de l'Europe Centrale. Aussi a-t-elle fait l'objet, depuis plus d'un siècle, d'un grand nombre de travaux, de la part des géologues français, suisses et allemands. C'est à fournir un aperçu des principaux d'entre eux qu'est consacré le présent Volume.

Après un premier essai de synthèse présenté, vers 1830, par le Géologue alsacien Thurmann aux environs de Porrentruy, sont venues les Études de Gressly sur le Jura Soleurois, suivies de monographies plus ou moins poussées du Jura Bâlois, du Jura Argovien, du Jura Bernois et du Jura Neuchatelois

---

([6]) Selon les analyses le corps solide formé par la réaction est un silicoaluminate de formule brute $2SiO_2.Al_2O_3.K_2O$.

([7]) Dans ses recherches sur la dissociation de $CaSO_4$, G. Marchal (*J. Chim. Phys.*, 23, 1926, p. 38) avait attribué aussi l'action favorable du kaolin à la formation endothermique de ce corps à partir de Al_2O_3 et de 2 SiO_2.

([8]) Valeurs extraites de l'article de E. Briner et P. Roth (*Helv. Chim. Acta*, 31, 1948, p. 1352).

([1]) In-4°, xxii-393 pages, 214 figures, Paris, 1948 (Armand Colin).

et Vaudois, par Müller, Moesch, Greppin et Jaccard. De son côté, la recherche des traces laissées par les anciens glaciers a occupé J. de Charpentier et L. Agassiz, puis Falsan et Chantre à Lyon, Alph. Favre à Genève et F. Mühlberg à Aarau. Desor a étudié le régime des sources et des cours d'eau, Arnold Guyot et Delebecque les lacs, et Lesquerreux a décrit les tourbières du Haut-Jura. Enfin, un grand nombre de coupes ont été dessinées; Hans Schardt, qui fut professeur à Neuchatel, en particulier, et à la mémoire duquel mon volume est dédié, en a exécuté près de cent.

Dans une seconde partie, je reproduis à une échelle réduite les diverses feuilles de la Carte géologique de la France représentant la région du Jura, en analysant tous les accidents tectoniques qui s'y trouvent figurés. C'est un simple résumé du commentaire détaillé de la Carte structurale qui a paru en 1938, dans la série des *Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France*.

Enfin vient une reproduction des comptes rendus consacrés à cet Ouvrage dans diverses Revues françaises ou étrangères et des lettres qui m'ont été envoyées à ce sujet. Quelques articles mineurs complètent cet ensemble.

DÉSIGNATIONS.

Le Secrétaire général de la **Société de Biologie** invite l'Académie à se faire représenter à la séance inaugurale qui aura lieu le 22 octobre 1948, à la Faculté de Médecine, à l'occasion du Centième anniversaire de la fondation de cette Société.

MM. **Maurice Caullery, Justin Jolly, Léon Binet, Gaston Ramon, Robert Courrier, Charles Laubry, René Leriche** sont désignés.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Éducation Nationale** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats à la Chaire de *Chimie agricole et biologique*, vacante au Conservatoire National des Arts et Métiers.

(Renvoi aux Sections de Chimie et d'Économie rurale.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Arthur Brunel. *Traité pratique de Chimie végétale à l'usage des laboratoires et de l'Agronomie métropolitaine et coloniale*. Tome I.

2° Noël Boudarel. *Les richesses de la mer. Technologie biologique et océanographique* (présenté par M. L. Fage).

3° Faune de l'Empire français. X. *Coléoptères carabiques de la région malgache* (deuxième partie), par René Jeannel (présenté par M. L. Fage).

4° Pedro Belou. *El Hombre, nuestro tema morfologico.* — *Revision anatomica del sistema arterial*, volumes I, II, III. — *Atlas de Anatomia del Organo del Oido y de las regiones con él vinculadas.* — *Conferencias y discursos durante diez años de actuacion universitaria* 1914-1924. — *Anatomia de los conductos biliares y de la arteria cistica.* — *Tratado de parasitologia animal*, parte Ia. — *Contribucion al estudio de la anatomia de los huesitos, ligamentos y articulaciones del oido medio; relaciones con la mucosa de la caja del timpano* et plusieurs brochures relatives à ses travaux d'Anatomie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes comprenant autant d'équations aux dérivées partielles que de fonctions inconnues.* Note de M. **Maurice Janet**, présentée par M. Louis de Broglie.

1. Soient n expressions différentielles linéaires données à n fonctions indéterminées de $m+1$ variables indépendantes

$$E_i \equiv A^{(i,1)}(u_1) + A^{(i,2)}(u_2) + \ldots + A^{(i,n)}(u_n),$$

où les $A^{(i,k)}$ sont des opérateurs différentiels linéaires analytiques, c'est-à-dire de la forme $\Sigma a^{(i,k)}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_{m+1}}(\partial^{\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_{m+1}}/\partial x_1^{\alpha_1}\,\partial x_2^{\alpha_2}\,\ldots\,\partial x_{m+1}^{\alpha_{m+1}})$, les a étant des fonctions analytiques données des $m+1$ variables $x_1, x_2, \ldots, x_{m+1}$. Les expressions E_i seront dites former un système *normal* si le système d'équations obtenues en les égalant à zéro est, éventuellement après changement de variables, résoluble par rapport aux dérivées $(\partial^{h_i}u_i/\partial x_1^{h_i})$, h_i étant l'ordre de ce système par rapport à u_i. Les expressions E_i seront dites *indépendantes* s'il n'existe pas d'opérateurs différentiels linéaires $D_1, D_2, \ldots, D_n$ (non tous nuls) tels que $D_1E_1+D_2E_2+\ldots+D_nE_n$ soit identiquement nul quelles que soient les u. On sait que des expressions indépendantes ne forment pas nécessairement un système normal. Mais on peut démontrer aisément que la condition *nécessaire et suffisante* pour que les E_i soient *indépendantes* est que l'on puisse *en déduire par dérivations et combinaisons linéaires un système normal.*

2. Soient n équations aux dérivées partielles, linéaires, analytiques, d'ordre h par rapport aux n inconnues. Supposons que ces équations ne forment pas un système normal. M. A. Finzi a indiqué récemment [1] un procédé régulier qui, appliqué hn fois au plus, conduit à un système normal ou bien met en évidence le fait que les expressions *premiers membres* ne sont pas indépendantes. Si ρ est le nombre de fois que le procédé a dû être appliqué, la solution générale dépend de $hn-\rho$ fonctions arbitraires de m variables (et peut-être de fonctions arbitraires de moins de m variables).

---

(1) *Indagationes Mathematicæ*, 9, (1,2), 1947 (Amsterdam).

On doit remarquer que le nombre ρ est lié aussi à d'autres circonstances : on arrive, *en se bornant au cas général*, à mettre en évidence une équation déduite par dérivations et combinaisons linéaires des équations données, pour laquelle l'ordre réel est *inférieur précisément de* ρ *unités* à celui auquel conduiraient simplement l'ordre des équations données et l'ordre des dérivations faites [2]. D'autres cas, très variés, peuvent d'ailleurs se présenter, comme le montrent des exemples simples.

3. Le type correspondant à $\rho = hn$ est particulièrement remarquable. J'ai émis l'hypothèse, il y a longtemps déjà [3], qu'il y a alors toujours *détermination complète*. Peut-être les travaux de M. Finzi pourront-ils aider à la démonstration du fait présumé. Cette démonstration n'aurait pas seulement un intérêt pour le résultat lui-même : il semble probable qu'elle conduirait à découvrir des propriétés encore cachées des types correspondant aux autres valeurs de ρ. Quoi qu'il en soit, il est intéressant de mettre spécialement en évidence les systèmes à solutions déterminées. En voici un exemple d'une assez grande généralité

$$\mathcal{D}_i(\Delta_1 u_1 + \Delta_2 u_2 + \ldots + \Delta_n u_n) - u_i = f_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

les op. d. l. $\mathcal{D}$, Δ étant simplement tels que $\Delta_1 \mathcal{D}_1 + \Delta_2 \mathcal{D}_2 + \ldots + \Delta_n \mathcal{D}_n$ se réduise *à l'ordre zéro*, sans se réduire à l'opérateur identique.

4. Il résulte du théorème général indiqué au début que si d'un système linéaire de n équations à n inconnues on peut tirer par dérivations et combinaisons linéaires n expressions déterminées pour les n inconnues, le système est *par cela même compatible* quels que soient les *seconds membres*; on sait donc *a priori* que les expressions obtenues satisfont au système.

Cela n'est vrai, bien entendu, que s'il s'agit d'un système *analytique*. Si l'on ne fait que des hypothèses générales sur l'existence et la continuité des dérivées, jusqu'à un certain ordre, pour les fonctions *seconds membres* par exemple, il peut naturellement se faire que les expressions trouvées, tout en ayant un sens, ne satisfassent pas aux conditions de régularité nécessaires pour constituer une solution; d'autre part, si elles y satisfont, rien ne prouve *a priori* qu'elles en constituent bien une : la vérification sera nécessaire.

5. Le cas où les E_i ne sont pas indépendantes conduit (en se bornant à $n = 2$) à la conséquence suivante : considérons les conditions de compatibilité d'un système linéaire de deux équations à une inconnue $A(u) = f$, $A'(u) = f'$; ces conditions ne peuvent pas en général se déduire par dérivations et combinaisons linéaires d'une seule d'entre elles; elles le pourront d'un nombre fini k

(2) Ces remarques ont aussi leur application quand on ne se borne pas aux systèmes linéaires. C'est ainsi que les équations classiques de l'applicabilité des surfaces ($n = 3$, $h = 1$, $\rho = 1$) conduisent à mettre en évidence une équation d'ordre apparent 3 et d'ordre réel 2 [qui s'écrit, avec les notations usuelles, $2S(x_{uv}^2 - x_{u^2}x_{v^2}) = E_{v^2} - 2F_{uv} + G_{u^2}$.

(3) *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 1637.

d'entre elles, en général supérieur à 1. Mais si l'une d'elles $Df + D'f' = 0$ se trouve être condition de compatibilité d'un autre système $B(u) = f$, $B'(u) = f'$, les autres le sont nécessairement aussi ([4]) et *il n'y en a pas d'autre.*

On voit que *l'entier positif* k est *attaché au couple* d'op. d. l. D, D' indépendamment de la solution particulière considérée pour l'équation (aux op. d. l. inconnus X, X'), $DX + D'X' = 0$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Une inégalité dans la théorie des fonctions méromorphes.* Note (*) de M. E. F. Collingwood, présentée par M. Paul Montel.

1. Considérons une fonction $f(z)$ méromorphe et non rationnelle définie dans le domaine $|z| < R \leq \infty$ et utilisons les définitions et les notations introduites dans une Note précédente ([1]) dont celle-ci est la suite.

Ces définitions nous permettent de généraliser un récent théorème de M. Selberg qui lui-même généralise des théorèmes antérieurs de l'auteur ([2]), de Teichmüller ([3]) et d'autres. Exprimons le théorème de M. Selberg ([4]) dans la forme directe que voici :

Si $f(z)$ est méromorphe et non rationnelle dans $|z| < R \leq \infty$, si pour un nombre complexe a donné et une constante $\sigma > 0$, la valence de $f(z)$ ne dépasse une constante $p < \infty$ dans aucun des domaines $G(a, \sigma)$ et si aucun de ces domaines n'est non borné, *on a*

$$m(r, a) < p \log r + \overset{+}{\log} \frac{1}{\sigma} + O(1). \tag{1}$$

Nous avons démontré le théorème suivant :

Théorème. — (*i*). *$f(z)$ étant méromorphe dans $|z| < R \leq \infty$, supposons que pour un nombre complexe a donné il existe une fonction finie et positive $\sigma(r)$ qui soit ou bien une constante ou bien une fonction tendant vers 0 d'une façon monotone quand $r \to R$ et une fonction $p(r) \geq 0$ pour tout $r < R$ telles que R soit un point limite de l'ensemble $E = E[a, \sigma(r), p(r)]$. Dans ces conditions, on a, pour tout $r \in E$:*

$$m(r, a) < (\pi + \log r)\, p(r) + \overset{+}{\log} \frac{1}{\sigma(r)} + O(1) \tag{2}$$

([4]) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 517.

(*) Séance du 27 septembre 1948.

([1]) *Comptes rendus*, **227**, 1948, p. 615.

([2]) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1125-1127.

([3]) O. Teichmüller, *Eine Umkehrung des zweiten Hauptsatzes des Wertverteilungslehre* (*Deutsche Math.*, **2**, 1937, p. 99-103).

([4]) H.-L. Selberg, *Eine Ungleichung der Potentialtheorie und ihre Anwendung in der Theorie der meromorphen Funktionen* (*Comm. Math. Helveticæ*, **18**, 1946, p. 309-326).

dans le cas parabolique $R=\infty$; *et*

$$(3)\qquad m(r, a) < [\pi + o(1)]\, p(r) + \overset{+}{\log}\frac{1}{\sigma(r)} + O(1)$$

dans le cas hyperbolique.

(*ii*). *Supposons réalisée la condition supplémentaire suivante, à savoir* (*) : *Il y a des nombres non négatifs* $A<R$ *et* $B<R$ *tels que, pour* $A<r<B$, *aucun domaine* $G_\nu[r, a, \sigma(r)]$, $[\nu\leqq\lambda(r)]$, *qu'il soit ou non* borné, *ne contienne une courbe fermée entourant la circonférence* $|z|=B$. *On a alors, pour* $R\leqq\infty$ *et pour tout* $r\in E$,

$$(4)\qquad m(r, a) < \frac{\pi}{2}p(r) + \overset{+}{\log}\frac{1}{\sigma}(r) + O(1).$$

A partir de ce théorème nous obtenons de nouveaux résultats ayant un caractère métrique, concernant la distribution des valeurs exceptionnelles.

Remarque. — Dans le cas parabolique $R=\infty$ nous avons démontré ([5]) que $V[a, \sigma(r), p(r)]\subseteq E[a, \sigma(r)/2, p(r)]$; il s'ensuit que, dans ce cas, nous pouvons remplacer $E[a, \sigma(r), p(r)]$ par $V[a, \sigma(r), p(r)]$ dans l'énoncé du théorème.

Il suffira d'indiquer la démonstration de la partie (*i*) du théorème. La méthode est celle de Selberg avec des améliorations de détails.

Nous pouvons prendre $a=\infty$ et $E=E[\infty, \sigma(r), p(r)]$. Pour $r\in E$ chaque $G_\nu(r)=G_\nu[r, a, \sigma(r)]$ est *borné* et ne contient pas plus de $p(r)$ pôles de $f(z)$. Par conséquent nous pouvons, dans ce domaine, représenter $\log|\sigma(r)f(z)|$ par la somme d'un nombre au plus égal à $p(r)$ de fonctions de Green ayant chacune comme pôle un pôle de $f(z)$. Appelons Q_ν l'ensemble des arcs de la circonférence $|z|=r$, de longueur totale $\theta_\nu r$, contenus dans $G_\nu(r)$ et choisissons $\theta_1\geqq\theta_2\geqq\ldots\geqq\theta_{\lambda(r)}$ de telle façon que $\theta_\nu\leqq\pi$ pour $2\leqq\nu\leqq\lambda(r)$; nous avons alors, suivant M. Selberg,

$$\sum_{\nu=2}^{\lambda(r)}\int_{Q_\nu}\log|\sigma(r)f(re^{i\varphi})|\,d\varphi < \pi^2 p(r)\sum_{\nu=2}^{\lambda(r)}\operatorname{tg}\frac{\theta_\nu}{4} < 2\pi^2 p(r).$$

Quant à $G_1(r)$, on montre aisément que, étant donné r_1, on peut trouver $r_2>r_1$ tel que, $r_2<r\in E$ entraîne que $G_1(r)$ soit à l'extérieur de la circonférence $|z|=r$ et, en suivant encore M. Selberg, on a

$$\int_{Q_1}\log|\sigma(r)f(re^{i\varphi})|\,d\varphi < 2\pi p(r)\log\frac{r}{r_1},$$

donc

$$\begin{aligned} m(r, \infty) &\leqq \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\log|\sigma(r)f(re^{i\varphi})|\,d\varphi + \overset{+}{\log}\frac{1}{\sigma(r)} \\ &= \frac{1}{2\pi}\sum\int_{Q_\nu}\log|\sigma(r)f(re^{i\varphi})|\,d\varphi + \overset{+}{\log}\frac{1}{\sigma(r)} \\ &< \left(\pi+\log\frac{r}{r_1}\right)p(r) + \overset{+}{\log}\frac{1}{\sigma(r)} \end{aligned}$$

([5]) *Loc. cit.*, Note ([1]).

pour $r_2 < r \in E$. On déduit (2) et (3) de cette inégalité en observant que l'on peut choisir $r_1 > 1$ dans le cas où $R = \infty$ et $R/(1+\varepsilon) < r_1 < R$, $\varepsilon > 0$ étant arbitraire, dans le cas où $R < \infty$.

TOPOLOGIE. — *Un théorème sur l'homologie dans les espaces fibrés.* Note de M. **André Lichnerowicz**, présentée par M. Élie Cartan.

Hypothèses. — Soit E un espace fibré différentiable admettant B pour espace de base et F pour fibre-type, p la projection canonique de E sur B. Les variétés B, F, E sont supposées ici *compactes* et *orientables*, les fibres étant de plus *non homologues à zéro* dans E. Nous désignerons par n, q, $n+q$ les dimensions respectives de B, F, E.

1. Si Λ est une forme de degré $k+q$ définie sur E, C_k une chaîne de B, l'intégrale

$$\int_{\overset{-1}{p}(C_k)} \Lambda$$

définit une co-chaîne de B, l'anneau des coefficients étant l'anneau des réels. Il existe par suite une forme Ω de degré k définie sur B telle que

$$\int_{C_k} \Omega = \int_{\overset{-1}{p}(C_k)} \Lambda.$$

Cette forme sera représentée par le symbole

$$(1) \qquad \Omega = \int_{F_x} \Lambda.$$

En raisonnant sur une chaîne C_{k+1} d'un voisinage de B, il résulte d'une double application de la formule de Stokes que

$$(2) \qquad d\Omega = \int_{F_x} d\Lambda.$$

On en déduit que si Λ est respectivement fermée ou ~ 0 dans E, (1) lui fait correspondre une forme Ω respectivement fermée ou ~ 0 dans B. De plus, les fibres étant non ~ 0 dans E, il existe une forme *fermée* Θ, de degré q, définie sur E, telle que

$$(3) \qquad \int_{F_x} \Theta = 1.$$

Par suite, toute forme Ω fermée définie sur B peut être atteinte en effectuant l'opération (1) sur la forme fermée

$$\Lambda = \overset{-1}{p}\,\Omega \wedge \Theta.$$

On en déduit :

Théorème. — *Dans les hypothèses énoncées, l'opération* (1) *définit une repré-*

sentation du groupe de cohomologie $H_{k+q}(E)$ *sur le groupe de cohomologie* $H_k(B)$. *Il en résulte les inégalités entre nombres de Betti*

$$b_k(B) \leq b_k(E) \qquad (k = 0, 1, \ldots, n).$$

Des cas particuliers intéressants de ce théorème figurent dans un autre travail de l'auteur (¹).

2. La fibration définit dans l'espace E un champ complètement intégrable d'éléments à q dimensions : les éléments tangents aux fibres F_x de E. Ce champ peut être représenté localement par les équations $\omega_1 = \omega_2 = \ldots = \omega_n = 0$. Si la forme Λ de degré $k+q$ est de degré $> k$ par rapport aux ω_i, l'opération (1) lui fait correspondre une forme nulle. Nous dirons qu'une forme Λ fermée, de degré $k+q$, est congrue à zéro si son degré par rapport aux ω_i est $> k$. Le groupe $H_{k+q}(E)$ admet pour sous-groupe le groupe des classes de formes homologues à une forme congrue à zéro. Pour le groupe quotient, l'opération (1) définit encore une représentation sur $H_k(B)$.

3. Supposons que la fibre-type de E soit une sphère S_q et que les sphères fibres puissent être orientées continûment. On déduit du théorème précédent, à l'aide de (3) et des inégalités de Leray (²), le

Corollaire. — *Dans les hypothèses énoncées et si de plus les fibres sont des sphères* S_q ($q \geq n-1$) *que l'on peut orienter continûment, les nombres de Betti de* E *sont ceux du produit topologique* $B \times S_q$.

D'autres conséquences de notre théorème sont relatives à la théorie des espaces homogènes (théorème de Samelson).

GÉOMÉTRIE. — *Sur les faisceaux de complexes linéaires.*

Note de M. André Charrueau, présentée par M. Henri Villat.

1. Soient $C_1 + \lambda C_2 = 0$ l'équation, en coordonnées plückériennes, d'un faisceau Φ de complexes linéaires; Δ_1 et Δ_2 les axes des complexes spéciaux de Φ et λ_1, λ_2 les valeurs de λ correspondantes; B la congruence linéaire base de Φ; S le cylindroïde lieu des axes des complexes de Φ; H la droite double de S; π le plan, normal à H, passant par les deux génératrices principales, perpendiculaires, g_1 et g_2, de S; C_{p_1} et C_{p_2} les complexes de Φ dont les axes sont g_1 et g_2. On suppose que les coefficients de C_1 et de C_2 sont réels, que Δ_1 et Δ_2 sont distincts et non concourants et qu'il n'y a pas de dégénérescence de S.

1° On a souvent intérêt à prendre les axes de référence sur g_1, g_2 et H et à choisir, comme complexes de base de Φ, C_{p_1} et C_{p_2} dont les axes sont alors les

(¹) *Comm. Math. Helv.* (mémoire sous presse).

(²) *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 395.

droites Ox et Oy. Dans ce cas, λ est le coefficient angulaire de la projection orthogonale sur π de l'axe du complexe considéré. On a alors $\lambda_1+\lambda_2=0$, $\lambda_1^2=\lambda_2^2=-\nu_1/\nu_2$, ν_1 et ν_2 étant les paramètres de C_{p_1} et de C_{p_2}; et à tout couple de valeurs μ et μ' de λ telles que $\mu\mu'=-\nu_1/\nu_2$ correspondent deux complexes de Φ en involution. C_{p_1} et C_{p_2} sont en involution.

2° Les droites Δ_1 et Δ_2, qui sont réelles ou imaginaires conjuguées, sont deux génératrices associées de S.

3° Le lieu de la perpendiculaire commune à H et à chaque droite de B est S.

4° Soit D une droite quelconque ne rencontrant ni Δ_1, ni Δ_2.

a. Les droites conjuguées de D par rapport aux complexes de Φ constituent une semi-quadrique Q_1, qui contient Δ_1, Δ_2 et D. La semi-quadrique Q_2, complémentaire de Q_1, est formée des droites de B rencontrant D.

b. Considérons les droites D′ et D″ conjuguées de D par rapport respectivement aux complexes de Φ correspondant aux valeurs λ' et λ'' de λ, avec λ' et λ'' différentes chacune de λ_1 et λ_2, les complexes de base de Φ étant quelconques. D′ et D″ sont conjuguées par rapport à un complexe de Φ correspondant à une valeur, λ''', de λ, qu'on peut déterminer de diverses manières.

Supposons que D, qui ne rencontre ni Δ_1 ni Δ_2, ne rencontre pas non plus H. Soient P′ et P″ les plans parallèles à H passant respectivement par D′ et D″; L′ et L″ les droites de B situées respectivement dans P′ et P″. L'intersection de P′ et P″, qui est parallèle à H, passe par les intersections de D′ et L″ et de D″ et L′; elle perce S en un point de l'axe du complexe de Φ correspondant à λ'''. Les projections orthogonales sur π des axes des complexes de Φ correspondant à λ', λ'', λ''' passent respectivement par les intersections des projections orthogonales sur π de D et D′, D et D″, D′ et D″.

Si D rencontre H, sa conjuguée par rapport à tout complexe de Φ rencontre H.

c. Que D rencontre ou non H, la quadrique Q, qui comprend Q_1 et Q_2, est un hyperboloïde à une nappe si D n'est pas perpendiculaire à H et un paraboloïde hyperbolique si D est perpendiculaire à H. Dans le cas de l'hyperboloïde, le centre de celui-ci est situé dans π. Dans l'autre cas, toutes les droites de Q_1 sont parallèles à π.

d. Si D n'est pas perpendiculaire à H et rencontre H, la quadrique Q, qui est un hyperboloïde, passe par H, et l'intersection de Q et de S comprend une ellipse dont le centre est confondu avec celui de Q.

e. Si D est perpendiculaire à H et rencontre H, Q est un paraboloïde hyperbolique équilatère dont le sommet est placé sur H. La génératrice de Q perpendiculaire à H en ce sommet appartient à S. L'axe de Q est perpendiculaire à cette génératrice et à H.

5° Quand D rencontre Δ_1, ou Δ_2, ou Δ_1 et Δ_2, ou se confond avec Δ_1 ou Δ_2, on a des cas de dégénérescence de Q.

2. Lorsque C_{p_1} (ou C_{p_2}) est spécial, sans que C_{p_2} (ou C_{p_1}) le soit, les droites Δ_1 et Δ_2 sont confondues avec g_1 (ou g_2) et toutes les droites de B sont tangentes à S le long de g_1 (ou g_2).

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur la mesure de la température des courants gazeux rapides.* Note de MM. **Edmond Brun** et **Max Plan**, présentée par M. Gustave Ribaud.

1. Pour caractériser l'état thermique d'un gaz en déplacement relatif rapide par rapport à un thermomètre, on mesure généralement la température d'arrêt, cette température ne variant pas lors de la traversée d'une onde de choc, pourvu qu'il n'y ait pas alors de changement d'état physique (condensation).

Si, pour effectuer cette mesure, on se borne à placer le thermomètre dans une cavité dont l'ouverture fait face au vent (prise dynamique), l'air n'étant pas renouvelé dans la cavité prendra rapidement une température voisine de celle des parois qui, dans le cas de l'air, est inférieure à la température d'arrêt. Il est donc indispensable d'assurer une circulation de l'air à l'intérieur de la cavité. La vitesse de circulation doit être telle que le refroidissement $\Delta\theta_1$ du thermomètre qu'entraîne le déplacement de l'air soit du même ordre de grandeur que le refroidissement $\Delta\theta_2$ que provoque le rayonnement réciproque du thermomètre et des parois de la cavité.

Il est possible de déterminer approximativement par le calcul la circulation optimum.

L'écart $\Delta\theta_1$ entre la température d'arrêt et la température du réservoir du thermomètre ventilé par un courant d'air de vitesse moyenne v est sensiblement donné par l'expression [1]

$$\Delta\theta_1 = 0{,}8.10^{-8}v^2 \quad (v \text{ en cm/s}),$$

dans le cas où le thermomètre n'est le siège d'aucun échange thermique.

En fait, par suite de la chaleur que rayonne le thermomètre vers la paroi de la cavité, un autre écart $\Delta\theta_2$ entre la température d'arrêt et la température indiquée se superpose au précédent. D'après la loi générale des échanges thermiques en convection forcée, cet écart s'obtient sans tenir compte du premier [2]. Il est donné par l'expression

$$\sigma(\Theta_t^4 - \Theta_p^4)\frac{1}{\dfrac{1}{\varepsilon_t}+\dfrac{1}{\varepsilon_p}-1} = \alpha\,\Delta\theta_2,$$

où σ est la constante de Stefan;

α est le coefficient de convection à la vitesse v;

---

(1) E. Brun, *Pub. Sc. et Techn. du Min. de l'Air*, 63, févr. 1935.

(2) E. Brun, M. Jampy et R. Lecardonnel, *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 1266.

ε_p et ε_t sont les facteurs d'émission respectifs des parois de la cavité et du thermomètre;

Θ_p et Θ_t sont les températures absolues respectives des parois de la cavité et du thermomètre.

Θ_t est sensiblement égal à la température d'arrêt tandis que, si l'on désigne par V la vitesse relative de l'air et de l'appareil, ..., ..., Θ_p est relié à Θ_t par la relation approchée

$$\Theta_t - \Theta_p = 0,8.10^{-8}\,V^2 \qquad (V \text{ en cm/s}).$$

Dans le cas particulier où $\Theta_t = 300^\circ$ K, $V = 480$ m/s, $\alpha = 2,5.10^{-4}\sqrt{v}$ cal/cm².s (soudure fine d'un thermocouple), $\varepsilon_t = \varepsilon_p = 0,5$, la vitesse moyenne de ventilation qui donne l'écart $\Delta\theta_1 + \Delta\theta_2$ minimum est voisine de 20 m/s. Cet écart minimum est de l'ordre du dixième de degré.

2. Expérimentalement, utilisant la soufflerie à air desséché de Bellevue, nous avons relevé les indications d'un thermomètre d'arrêt en fonction de la vitesse v de l'air qui le traversait. Dans le cas numérique précédent (nombre de Mach voisin de 2), nous avons vérifié l'existence d'un maximum très plat des indications thermométriques correspondant à une vitesse de 25 m : s environ. Ce maximum était pratiquement égal à la température du réservoir qui, à cause de la présence du desséchant à l'amont de la soufflerie, ne pouvait être précisé à mieux d'un dixième de degré près.

Quand la dessiccation de l'air de la soufflerie était arrêtée, le thermomètre ne donnait plus la température du réservoir, même si les conditions optima de ventilation étaient réalisées. Les écarts atteignaient quelques degrés quand le choc de condensation était important.

3. Dans la pratique, pour réaliser un thermomètre d'arrêt on peut donc calculer, d'une manière approximative, les conditions de ventilation correspondant aux conditions moyennes d'utilisation du thermomètre. Pour réaliser, sans difficultés, les conditions calculées, il suffit de constituer le thermomètre par un cylindre dont l'axe est parallèle au vent et qui se termine à l'aval par un convergent faisant col sonique. La vitesse de l'air dans le tube est fixée par le rapport du diamètre du col au diamètre du cylindre. Le réservoir du thermomètre (soudure d'un thermocouple par exemple est placé) sur l'axe du cylindre.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'universalité de la loi de Newton.*

Note de M. **David Belorizky**, présentée par M. Jean Chazy.

1. Les observations montrent que dans un couple stellaire, le satellite décrit apparemment, autour de l'étoile principale, une ellipse et que le rayon vecteur apparent balaye des aires proportionnelles aux temps. Quelle est la force qui produit ce mouvement ?

Darboux et Halphen ont résolu ce problème. Rappelons la solution de

Darboux (¹), comme la plus simple. Soit

$$(1) \qquad \frac{1}{r} = a\cos\theta + b\sin\theta + (\alpha\cos 2\theta + \beta\sin 2\theta + h)^{\frac{1}{2}}$$

l'équation de l'orbite. Puisque la force est centrale, on peut appliquer la formule de Binet : $F = [-mC^2/r^2](d^2R/d\theta^2 + R)$ où $R = 1/r$, C étant la constante des aires. On trouve

$$(2) \qquad F = -\frac{D}{r^2(\alpha\cos 2\theta + \beta\sin 2\theta + h)^{\frac{3}{2}}} = F_1.$$

Telle est la première expression de la force F. Et en tenant compte de (1) on trouve la deuxième expression de la force F

$$(3) \qquad F = -\frac{D}{r^2\left(\frac{1}{r} - a\cos\theta - b\sin\theta\right)^3} = F_2,$$

D étant une constante. Ainsi on a deux expressions de la même force F qui produit le mouvement apparent d'une étoile E autour de l'étoile principale S.

2. Dans tous les traités de Mécanique ou d'Astronomie, on conclut de ces formules que la loi de Newton est applicable aux étoiles doubles. Mais pour cela on fait *l'hypothèse supplémentaire* que la force F ne doit pas dépendre des angles. Alors F_1 devient $F_1 = -D_1/r^2$ (D_1 — une nouvelle constante) et F_2 devient $F_2 = -Dr$. Pour des raisons évidentes on choisit F_1. Or, si la loi est newtonienne, l'étoile principale doit être au foyer de l'ellipse. Par conséquent, l'orbite apparente, où l'étoile principale se trouve n'importe où à l'intérieur, est la projection d'une autre orbite dont cette étoile occupe un foyer. On part de là pour tirer des observations l'orbite dans l'espace et des éphémérides. Mais ce raisonnement n'est pas correct. On veut déduire la loi de force en partant des observations. On obtient deux expressions, mais pour arriver à la loi de Newton, on fait une hypothèse supplémentaire sur la *nature de la force*. Ainsi on n'a pas démontré rigoureusement jusqu'à maintenant que le mouvement des étoiles doubles se fait d'après la loi de Newton.

3. Reprenons la loi de force de Darboux. Pour fixer les idées, prenons l'expression F_1 de F. Si l'on prend comme axe polaire le diamètre passant par l'étoile principale S, F_1 peut s'écrire

$$(4) \qquad F_1 = -\frac{L}{r^2[b^2\sin^2(\alpha-\theta) + (a^2-d^2)\sin^2\theta]^{\frac{3}{2}}},$$

où L est une constante, α — l'angle formé par le diamètre conjugué de l'axe polaire avec celui-ci, a — le demi-diamètre pris pour axe polaire, b — le demi-diamètre conjugué et d — la distance de S au centre O de l'ellipse.

(¹) *Comptes rendus*, 84, 1877, p. 760.

L'équation (4) peut s'écrire d'une seule façon :

$$F_1 = \frac{L_1}{r^2[1-\cos^2(\theta-\Omega)\sin^2 i]^{\frac{3}{2}}},$$

où L_1, Ω et i sont des constantes.

Soit OM le diamètre formant l'angle Ω avec l'axe polaire et soit P_1 un plan passant par OM et incliné de l'angle $\pm i$ sur le plan P de l'orbite apparente. Considérons dans le plan P_1 le mouvement d'un mobile E_1 autour d'un centre de forces S_1, mouvement dont la projection sur le plan P soit précisément le mouvement apparent de E autour de S. Soit ρ le rayon vecteur du mobile E_1 dans le plan P_1. Dans ces conditions, on a

$$\frac{r}{\rho} = \cos(\rho, r) = \frac{\cos i}{[1-\cos^2(\theta-\Omega)\sin^2 i]^{\frac{1}{2}}}.$$

Donc,

$$F_1 = \frac{-L_2\cos^3(\rho, r)}{r^2} = \left(\frac{-L_2}{\rho^2}\right)\cos(\rho, r),$$

L_2 étant une constante.

Par suite, la force apparente F_1 est la projection *d'une force newtonienne*. Nous avons démontré ce théorème sans aucune hypothèse. Les observations d'étoiles doubles démontrent donc que la loi de Newton est universelle. On n'a pas compris jusqu'à maintenant l'origine des angles dans la formule de Darboux. Or, nous venons de le démontrer, cette formule représente simplement la projection sur un plan arbitraire de la force d'attraction newtonienne. De là, la présence des angles en question.

ASTROPHYSIQUE. — *Observation de perturbations remarquables du rayonnement solaire sur ondes décimétriques*. Note de MM. **Jakob Houtgast** et **Marius Laffineur**, présentée par M. André Danjon.

Le rayonnement était mesuré à l'aide du récepteur à grand miroir parabolique ($7^m,50$) de l'Institut d'Astrophysique, installé à l'Observatoire de Meudon. Ce récepteur était réglé sur l'onde de $54^{cm},5$ ($f = 550$ Mc/s).

Depuis le 9 septembre, début des observations continues, nous avons constaté que le rayonnement du Soleil était sensiblement constant et correspondait à un bruit de fond stable dans le récepteur. Les fluctuations de l'aiguille de l'appareil de sortie ne dépassaient pas $\pm 0{,}015$ de la valeur moyenne. Toutefois nous avons observé de brefs renforcements de ce bruit de fond. En particulier, le 17 septembre à 11^h24 T. U. l'intensité du rayonnement doubla en cinq secondes puis elle demeura constante pendant 10 secondes; après ce premier palier elle augmenta de nouveau, atteignant trois fois le rayonnement initial. Elle se maintint alors à cette valeur pendant une minute (± 10 sec), puis retomba en dix secondes au niveau primitif.

A $11^{h}29$, trois minutes et demie après la fin de la première perturbation, une petite augmentation d'une durée de deux secondes a été observée, le maximum correspondant à 0,2 fois le niveau moyen.

Ce furent les seules perturbations observées ce jour là entre $10^{h}33$ et $15^{h}56$ T. U.

Nous signalons ces perturbations car nous avons appris depuis que l'Observatoire de Greenwich a noté une éruption chromosphérique, d'intensité 2 à 3, observée au spectrohélioscope vers le bord Est du disque. Le début de cette éruption a eu lieu à $11^{h}22$, le maximum à $11^{h}28$, la fin à $11^{h}41$ T. U. Il nous paraît vraisemblable que c'est cette éruption qui, à un certain stade de son évolution, a produit le renforcement du rayonnement électromagnétique sur 550 Mc/s.

Le décalage de deux minutes entre le début de l'éruption chromosphérique et l'émission d'ondes radioélectriques conduit à l'hypothèse d'un jet de corpuscules traversant les différentes couches de l'atmosphère solaire, leur passage à un certain niveau étant accompagné d'une émission d'ondes courtes, par un processus encore mal défini.

Dans ce cas, la deuxième caractéristique du renforcement, c'est à dire la forme en palier de la courbe d'évolution, correspondrait à la constance d'un des paramètres du jet corpusculaire, densité ou vitesse par exemple. Disons ici que cette forme en palier des courbes d'évolution a été remarquée par nous pour plusieurs autres renforcements.

L'éruption mentionnée plus haut paraît liée également à une perturbation ionosphérique à début brusque qui a causé l'interruption des communications radiotélégraphiques sur ondes courtes entre $11^{h}25$ et $11^{h}35$ T. U.

Mentionnons d'autre part une perturbation de l'émission solaire sur ondes décimétriques remarquable par son allure et que nous avons observée le 4 octobre 1948 dans les conditions suivantes :

Entre $14^{h}10$ et $15^{h}40$ T. U. nous avons noté ce jour là dix neuf renforcements dont les amplitudes atteignaient jusqu'à 3,5 fois le niveau moyen, tandis que les durées s'étageaient entre 0,3 et 25 secondes. Le plus remarquable d'entre eux débuta par de rapides fluctuations de faible amplitude; quand il fut discernable, l'aiguille de l'appareil indicateur était agitée d'un tremblement à 20 p/s, puis l'amplitude se mit à croître, tandis que la fréquence diminuait très régulièrement. Dans la dernière phase du phénomène, l'intensité resta constante pendant trois secondes, se fixant à 1,5 fois la moyenne.

Nous comptons publier le détail de ces observations dans les *Annales d'Astrophysique*.

CHALEUR. — *Sur la non-proportionnalité de la puissance de chauffage d'une enceinte à l'échauffement de l'air de celle-ci.* Note de M. **Hippolyte Parodi**, présentée par M. Albert Caquot.

Nous avons déjà signalé que les essais effectués par nous sur des voitures de Chemin de Fer, avaient montré que les échauffements produits par des puissances $W = 60$, 120, 180, 240, 300 et 360 watts par mètre cube, n'étaient pas proportionnels à ces puissances comme l'admettent généralement les techniciens du chauffage : pour une puissance de 60 watts/mètre cube, l'échauffement (à l'arrêt) est, au bout de 20 heures, de l'ordre de 20° C, alors que pour une puissance 6 fois plus grande, 360 watts/mètre cube, l'échauffement n'est que 2 fois et demie plus grand et de l'ordre de 50° C.

L'examen des courbes d'échauffement relevées en grand nombre sur des voitures de types divers et présentant des isolements thermiques différents, nous a conduit à la relation empirique $W = K(\Delta\theta)^{\beta}$, l'exposant β ayant une valeur voisine de 2. Plus de 4000 voitures de chemin de fer ayant été équipées avec des radiateurs à 1500 volts, construits suivant nos indications, les résultats de nos essais ont été confirmés par une expérience prolongée s'étendant maintenant sur plus de vingt ans. La puissance de 180 watts par mètre cube a été adoptée comme étant celle qui permettait de réaliser non seulement un chauffage satisfaisant en marche, mais encore un préchauffage assez rapide pour ne pas exiger une formation anticipée des trains.

Après avoir étudié les valeurs des déperditions dans les voitures de chemin de fer, nous avons étendu nos investigations aux installations réalisées dans les immeubles munis de chauffage électrique. Nous avons alors constaté que les consommations d'énergie électrique relevées pendant une saison d'hiver étaient inférieures de 25 à 50 % aux consommations calculées par la méthode classique, dite des degré-jours, et correspondant à la relation $W = K\Delta\theta$, c'est à dire à $\beta = 1$.

Cette anomalie s'explique simplement si l'on admet que les pertes de chaleur suivent une loi de variation avec la température du type $W = K(\Delta\theta)^{\beta}$, l'exposant β ayant toujours une valeur supérieure à l'unité mais en général inférieure à 2.

C'est ainsi qu'en attribuant à β la valeur 2 et en tenant compte de la fréquence moyenne d'existence des échauffements $\Delta\theta$ à réaliser dans une saison, on trouve que la consommation de chaleur utile par saison est environ moitié de celle calculée par application de la méthode des degrés jours.

Le rapport entre les consommations correspondant à $\beta = 1$ et les consommations afférentes à β compris entre 2 et 1 varie entre 0,50 et 1, et il est clair que la valeur de l'exposant afférent à une construction déterminée doit être considéré comme une caractéristique thermique de cette construction.

Pour préciser définitivement ce point, il était nécessaire de procéder à des essais systématiques sur des bâtiments de constructions différentes. Le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme a bien voulu s'intéresser à cette question et sous l'impulsion de M. Marini et la direction effective de M. Fournol, des essais d'échauffement à puissance variable ont été effectués dans la cité expérimentale de Noisy-le-Sec, d'abord pendant l'hiver 1946-1947, puis au début de l'année 1948, suivant le programme que nous avions préparé.

M. Fournol a résumé, dans le fascicule 6 de juillet 1948 des cahiers du Centre scientifique et technique du bâtiment, les essais effectués sur une maison du chantier de Noisy-le-Sec.

Les résultats obtenus confirment nos prévisions et il est maintenant acquis que la règle des degrés jours ne peut donner qu'une approximation par *excès* de la valeur de la consommation d'énergie utile nécessaire pour assurer un programme de chauffage donné.

L'exposant β de la formule $W = K(\Delta\theta)^{\beta}$ varie avec le mode de construction du bâtiment et est bien une des caractéristiques thermiques de cette construction. Les valeurs du paramètre β sont restées comprises, dans l'ensemble des essais effectués, entre les limites de 1,25 et 2.

Dans la maison S. E. G. R. A. où les essais les plus complets ont été effectués, les puissances globales ont varié de 0 à 17 kW (soit 0 à 65 W par mètre cube) et la valeur de l'exposant a été trouvée sensiblement égale à 1,5.

Il n'y a rien de surprenant à ce que la loi de Newton ne s'applique pas au cas des immeubles de constructions diverses, malgré les faibles différences de températures utilisées, puisque les pertes par rayonnement sont définies par la loi de Stéfan et que les pertes par convection sont à peu près déterminées par la loi de Lorenz et qu'aucune de ces lois n'est linéaire.

Ces considérations nous ont conduit à établir des méthodes de calcul des installations de chauffage totalement différentes de celle actuellement utilisées; nous exposerons ces méthodes ultérieurement.

CHALEUR. — *Sur la théorie de la propagation des déflagrations.*
Note de M. **Numa Manson**, présentée par M. Gustave Ribaud.

En collaboration avec H. Guénoche et G. Monnot, nous avons montré antérieurement [1] certains aspects du rôle joué par la perturbation initiale (*chasse préalable*) lors de la propagation des déflagrations dans des mélanges gazeux contenus dans des tubes cylindriques. L'objet de la présente Note est l'examen plus approfondi des phénomènes qui se produisent lorsqu'il y a rencontre de la déflagration et des perturbations (assimilées à des ébranlements de faible

(1) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 69 et 163.

amplitude) issues, après réflexions sur les fonds du tube, de cette perturbation initiale.

I. Pour déterminer les facteurs de réflexion r et de transmission τ, des ébranlements sur le front de la déflagration, nous avons utilisé les trois équations fondamentales (conservation de la matière, de la quantité de mouvement, de l'énergie) de la théorie des ondes de choc et de combustion ([2]), ainsi que celle qui, d'après la théorie récemment développée par nous ([3]), fournit l'expression de la chute de pression Δp dans la déflagration. Il nous a été ainsi possible de relier entre elles les variations des célérités D_0, V_{01}, V_{02}, celles des caractéristiques des gaz (p_1, p_2, T_1, T_2, ...) et établir entre autres, qu'aux termes du second ordre près, lorsque $T \sim 288^\circ K$. et $p \sim 1$ atm., on a

$$(1) \qquad \frac{\delta p_1}{p_1} = \frac{\delta p_2}{p_2}$$

et

$$(2) \qquad \frac{\delta V_{01}}{V_{01}} = l\frac{\delta T_1}{T_1} - m\frac{\delta p_1}{p_1},$$

l et m ne dépendant que de la nature, de la composition du mélange et de son état défini par T_1 et p_1.

Si les variations de T_1 et de p_1 sont dues au passage à travers les gaz d'ébranlements déterminant une modification isentropique, l'expression (2) peut aussi s'écrire

$$(3) \qquad \frac{\delta V_{01}}{V_{01}} = \left(\frac{\gamma_1 - 1}{\gamma_1} l - m\right)\frac{\delta p_1}{p_1} = \lambda\frac{\delta p_1}{p_1}$$

avec, pour $T_1 \sim 288^\circ K$ et $p_1 \sim 1$ atm., $\lambda = 0,33$ pour le mélange $A(C_2H_2 + O_2 + 4N_2$ et $\lambda = 0,19$ pour le mélange $B(C_2H_2 + O_2)$.

Lorsque l'ébranlement se propageant dans les gaz frais rencontre la déflagration, les modifications de l'état de ces gaz, immédiatement en avant du front de la déflagration, résultent de la superposition de l'ébranlement incident (indice i) et de l'ébranlement réfléchi (indice r); les modifications de l'état des gaz brûlés derrière la déflagration étant uniquement dues à l'ébranlement transmis (indice t). En posant

$$m = \frac{\rho_1 a_1}{\rho_2 a_2}, \qquad \varpi = \frac{p_2}{p_1}, \qquad \alpha = \frac{V_{01}}{a_1} \qquad \text{et} \qquad \chi = \frac{\alpha}{\mu}[1 + \lambda\gamma_1(1 - \mu)]$$

et en tenant compte des relations fournies par la théorie des ondes de choc et

---

([2]) Voir par exemple : N. Manson, *La propagation des détonations et des déflagrations dans les mélanges gazeux*, Paris, 1947. Nous conservons ici les notations adoptées dans cette publication.

([3]) N. Manson, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 230; communication au Colloque sur la cinétique et le mécanisme des réactions de combustion en phase gazeuse, Paris, 1948 (à paraître dans la *Revue de l'Inst. fr. du Pétrole*).

combustion et de (1) et (3), on obtient

$$(4)\qquad \begin{cases} r_1 = \dfrac{\delta p_r}{\delta p_i} = \dfrac{m(1+\alpha m)\varpi - (1+\chi)}{m(1+\alpha m)\varpi + (1-\chi)}, \\[2ex] \tau_1 = \dfrac{\delta p_t}{\delta p_i} = \dfrac{2\varpi}{m(1+\alpha m)\varpi + (1-\chi)}. \end{cases}$$

De même lorsque l'ébranlement se propageant à travers les gaz brûlés rattrape la déflagration, on trouve pour les deux facteurs de réflexion r_2 et de transmission τ_2, les expressions suivantes

$$(5)\qquad r_2 = \frac{m(1-\alpha m)\varpi - (1-\chi)}{m(1-\alpha m)\varpi + (1-\chi)} \quad \text{et} \quad \tau_2 = \frac{2m(1-\alpha m)}{m(1-\alpha m)\varpi + (1-\chi)}.$$

On notera qu'en faisant dans ces expressions (4) et (5) $p_1 = p_2$ et $\alpha = 0$ on retrouve les expressions classiques de l'acoustique.

II. L'application des résultats précédents à l'étude de la propagation des déflagrations dans des tubes permet de voir en particulier que : 1° la surpression propagée par la chasse préalable serait de même ordre de grandeur que la chute de pression Δp dans la déflagration [*voir* (3)]; 2° les variations δV_{01} de la célérité V_{01} sont notablement plus petites que celles de la vitesse V_1; les variations de la célérité absolue D_0 de la déflagration sont donc dues surtout aux variations de la vitesse V_1 consécutives au passage à travers les gaz des ébranlements issus de la chasse préalable; 3° le facteur de réflexion τ_2 étant supérieur à l'unité ($\tau_2 = 1,50$ pour le mélange A et $\tau_2 = 1,78$ pour le mélange B), il arrive toujours (à moins que le tube soit très court) un moment où la déflagration se trouve être précédée de deux ébranlements propageant des surpressions ($\delta p > 0$) dont la seconde est plus grande que la première. Si le tube est suffisamment long, le premier de ces ébranlements peut être rattrapé par le second, donnant lieu à la formation d'un ébranlement unique à front plus raide et bien plus puissant dans le mélange B que dans le mélange A. Dans un tube ouvert aux deux extrémités ce phénomène se produit à un instant plus proche de l'instant d'inflammation que dans un tube ouvert à l'extrémité d'inflammation et fermé à l'autre extrémité; le lieu de ce phénomène dépend de la nature, de la composition, de l'état initial du mélange et de la longueur du tube. L'ensemble de ces résultats justifie l'hypothèse souvent émise et selon laquelle la transformation des déflagrations en détonations a lieu à la suite de la formation d'une onde de choc en avant de la déflagration.

RADIOÉLECTRICITÉ. — *Sur la notion de fréquence instantanée.*

Note de M. Jacques Laplume, présentée par M. Louis de Broglie.

Différentes définitions de la *fréquence instantanée* d'un signal non sinusoïdal ont été proposées. Cette diversité s'explique par l'existence d'une infinité de couples de fonctions $A(t)$ et $\omega(t)$ permettant de représenter un signal $s(t)$

quelconque par une expression de la forme

$$s(t) = A(t)\cos\left(\int^{t} \omega\, dt\right),$$

et par suite l'existence d'une infinité de *fréquences instantanées* $\omega/2\pi$.

Lorsqu'on se propose d'appliquer cette notion à l'étude de la transmission des signaux modulés en fréquence, il convient de choisir parmi toutes les définitions possibles celle qui présente le moins d'arbitraire; en particulier, il est naturel d'exiger que les discriminateurs de fréquence classiques, attaqués par le signal $s(t)$, fournissent à la sortie un signal proportionnel à la fréquence instantanée telle qu'on l'aura définie, avec la meilleure approximation possible.

Il est évidemment nécessaire d'idéaliser quelque peu le fonctionnement de ces discriminateurs si l'on ambitionne d'adopter une définition valable pour tous les types de discriminateurs usuels.

Nous supposerons que la modulation en fréquence du signal $s(t)$ est lente; d'une manière plus précise, nous admettrons que $s(t) = 0$ à différents instants t_1, t_2, t_3, ..., t_n, ..., et que l'intervalle de temps $t_{n+1} - t_n$ qui sépare deux instants d'annulation consécutifs t_n et t_{n+1} varie lentement avec n.

Les discriminateurs classiques sont précédés d'un limiteur dont les seuils d'écrêtage, positif et négatif, sont aussi rapprochés que possible. On peut définir le limiteur idéal comme un écrêteur dont les seuils sont confondus. A la sortie d'un tel limiteur, on obtient un signal carré, d'amplitude constante, et *s'annulant aux mêmes époques que* $s(t)$. Le limiteur est suivi d'un filtre passe-bas qui ne laisse subsister que le *fondamental* de ce signal carré. En fait, le signal filtré n'est pas sinusoïdal et ne constitue pas une oscillation fondamentale au sens rigoureux du terme, mais l'hypothèse énoncée plus haut d'une modulation lente nous permet de considérer ce signal comme sinusoïdal pendant plusieurs alternances. Le discriminateur proprement dit comporte un ou plusieurs circuits dérivateurs fournissant une tension proportionnelle à la fréquence de ce fondamental.

Cette analyse succincte montre que, par un procédé plus ou moins détourné, les discriminateurs usuels mesurent les intervalles de temps qui s'écoulent entre deux annulations consécutives du signal appliqué à l'entrée. Il est à noter, d'ailleurs, que certains types de discriminateurs, de conception apparemment différente, effectuent directement la même opération. Il semble donc naturel de définir une *fréquence instantanée* du signal $s(t)$, valable entre les instants t_n et t_{n+1}, par la relation

$$f_n = \frac{1}{2}\,\frac{1}{t_{n+1} - t_n}, \tag{1}$$

le facteur $1/2$ provenant du fait que $t_{n+1} - t_n$ est une demi-période.

Le signal $s(t)$ se présente parfois sous la forme

$$s(t) = a_0 \cos\omega t + \sum_i a_i(t) \cos[(\omega + \Omega_i)t + \varphi_i],$$

avec la condition $\Omega_i \ll \omega$. Tel est le cas du brouillage d'un signal par des signaux parasites de fréquence légèrement différente, ou encore du régime transitoire dans un circuit à plusieurs degrés de liberté. On démontre facilement, toujours dans l'hypothèse d'une modulation lente, que la fréquence définie par (1) est sensiblement égale à $(1/2\pi)(d\theta/dt)$, où θ est l'argument du signal complexe

$$S(t) = a_0 e^{j\omega t} + \sum_i a_i(t) e^{j[(\omega + \Omega_i)t + \varphi_i]},$$

dont $s(t)$ constitue la partie réelle. Cette dernière définition a été proposée depuis longtemps, mais n'avait pas, à notre connaissance, reçu de justification basée sur le fonctionnement des discriminateurs usuels.

CHIMIE THÉORIQUE. — *Les spectres d'absorption des dérivés phénoliques et leur interprétation théorique.* Note (*) de MM. **Árpád Kiss**, **Joseph Molnár** et **Camille Sandorfy**, présentée par M. Louis de Broglie.

Le spectre d'absorption du phénol est caractérisé par une bande dont le maximum se trouve à 2750 Å/s. Cette bande est l'analogue de la bande du benzène (2550 Å/s.). L'effet du substituant OH provoque un déplacement de la bande vers les ondes plus longues et une augmentation notable de l'extinction moléculaire.

Tous les dérivés phénoliques contiennent cette bande dans leurs spectres et ce sont les déplacements de cette bande conditionnés par des groupes OH, CH_3 et OCH_3 qui nous occuperont dans ce premier bref aperçu.

Voici les formules et les longueurs d'onde des maxima d'absorption observés chez les corps étudiés.

Benzène	CH_3	OH	OH, CH_3 (méta)	OH, CH_3 (ortho)	OH, CH_3 (para)
2550 Å (1)	2650 Å (1)	2750 Å	2760 Å	2750 Å	2790 Å

(I)

(*) Séance du 13 septembre 1948.

(1) D'après Förster, *Z. Elektrochem.*, 45, 1939, p. 548.

OCH_3 — 2720 Å; OCH_3, OCH_3 — 2750 Å; OH, OCH_3 — 2740 Å; OCH_3, OCH_3 — 2740 Å; OCH_3, OCH_3 — 2910 Å

(II)

OH, OH — 2770 Å; OH, OH — 2780 Å; OH, OH — 2990 Å

(III)

Ces résultats peuvent être interprétés par deux considérations générales. Il ressort de certains travaux de chimie théorique ([1]) que la conjugaison du groupe OH avec le noyau benzénique est plus grande que celle du OCH_3 et celle-ci plus grande que celle du CH_3

$$CH_3 < OCH_3 < OH$$
$$11\% \quad 15\% \quad 17\%,$$

ce qui dit également que l'effet bathochrome de ces groupes augmente dans le même sens.

D'autre part, si l'on considère les corps de deux substituants, on voit que l'effet de résonance se trouve limité par le fait que les deux substituants ont la tendance d'envoyer des électrons dans certaines positions (ou directions) telles qu'ils s'en empêchent mutuellement.

On voit aisément que pour les composés méta et ortho, cet empêchement doit être du même ordre de grandeur, tandis que pour les para, il doit être beaucoup moins grand, d'autant plus que le poids des formules hyperconjuguées chez lesquelles le substituant envoie des électrons en position para est moins grand que celui des formules où il les envoie en ortho ([2]).

Alors, pour l'empêchement : méta $\leq$ ortho $<$ para.

([1]) R. Daudel et M. Martin, *Bull.*, 15, 1948, p. 559; R. Daudel, Buu Hoï, P. Daudel et M. Martin, *Bull. Soc. Chim.* (sous presse).

([2]) C. Sandorfy, *Bull. Soc. Chim. France* (sous presse).

Si nous appliquons ces deux principes, nos résultats deviennent très cohérents. Dans la ligne (I), on constate que les CH_3 affectent peu la position du maximum d'absorption. Le seul effet notable se produit pour le parachrésol, où l'empêchement joue le moins. La ligne (III) montre nettement l'influence des empêchements, qui est très manifeste pour l'hydroquinone.

De la ligne II on tire que l'éthérification des groupes méthyls ne cause qu'un petit recul des maxima vers les longueurs d'onde plus courtes. C'est ce qu'il faut attendre d'après la série bathochrome ci-dessus et l'on voit en outre que la conjugaison du groupe OH est due essentiellement aux électrons π de l'oxygène et non pas aux électrons σ entre O et H. Cette conception connue (³) reçoit ainsi une preuve spectroscopique.

La comparaison des lignes I et III montre qu'en accord avec ce qui vient d'être dit, les maxima des méta, ortho et para dioxybenzènes sont toujours plus poussés vers les longueurs d'onde plus longues que ceux des méta, ortho et parachrésols et la différence est légèrement plus grande pour les ortho que pour les méta et beaucoup plus grande pour les para que pour les ortho.

Nous réservons une étude plus complète de ces questions pour un article plus détaillé qui est en cours de publication.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Influence des dimensions de la cristallisation sur la propagation des ultra-sons dans les métaux*. Note de MM. **Paul Bastien**, **Jacques Bleton** et **Emmanuel de Kerverseau**, présentée par M. Albert Portevin.

Les ultra-sons sont utilisés, soit par réflexion, soit par transmission pour la mise en évidence des défauts, et notamment des discontinuités physiques, dans les masses métalliques. Dans le premier cas, on utilise le phénomène de réflexion se produisant sur les défauts et conduisant à la production d'un écho distinct de l'écho de fond, qui résulte de l'arrivée des ultra-sons sur la face terminale de la pièce opposée à la source émettrice; dans le second cas, on étudie la plus ou moins grande absorption d'énergie du faisceau incident au cours de la traversée du volume de métal sondé.

Tous nos essais ont été exécutés avec un appareil à quartz piézoélectriques produisant des ondes ultra-sonores millimétriques dans les métaux; la plupart des expériences sont relatives à des fréquences de 2,5 Mc/sec (c'est-à-dire à des longueurs d'onde un peu supérieures à 2^{mm} dans le fer et l'acier).

Dans certains cas, lors du sondage par réflexion, des anomalies se manifestent par l'apparition d'un certain nombre d'échos parasites d'amplitudes diverses, très mobiles sur l'écran fluorescent de l'osciloscope lorsque les palpeurs sont déplacés, même faiblement, à la surface de la pièce; de plus, l'écho de fond ne

(³) L. Pauling et G. W. Wheland, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1935, p. 2086.

peut être mis en évidence. Corrélativement, la perte d'énergie du faisceau de vibrations, au cours de la transmission directe, est anormalement forte. C'est ainsi que les anomalies apparaissent, à la fréquence de sondage de 2,5 Mc/sec, pour le fer et un acier austénitique 18/8 lorsque les dimensions moyennes des cristaux dépassent la valeur critique de 1^{mm} et pour le cuivre, dès que les dimensions excèdent $0^{mm},7$: il est à noter que le rapport 0,7/1 de ces valeurs critiques est égal au rapport 3710/5170 = 0,72 des vitesses de propagation du son dans le cuivre et dans le fer. Pour les aciers au carbone ou au nickel-chrome-molybdène, les anomalies se manifestent dès que la dimension de l'édifice complexe, bordé par le liseré de ferrite proeutectoïde qui se sépare au cours d'un refroidissement lent aux joints des grains de la cristallisation gamma existant à chaud, dépasse 1^{mm} en moyenne. L'étude systématique du phénomène a conduit aux conclusions résumées suivantes :

Les anomalies de sondage apparaissent lorsque dans la constitution micrographique à froid du métal existe un élément de structure dont la dimension moyenne est égale à un multiple de la demi-longueur d'onde des ultra-sons dans le milieu considéré : cet élément de structure peut être soit le cristal du métal (cuivre et fer dans nos esssais), ou de la solution solide (austénite) dans les milieux à une seule phase, soit l'édifice complexe, délimité par l'enveloppe de ferrite proeutectoïde et vestige du grain gamma, dans les aciers ordinaires ou faiblement alliés refroidis lentement. Nous estimons que ces anomalies sont dues à des vibrations individuelles des édifices cristallins, simples ou complexes suivant le cas, qui, du fait de leurs dimensions, sont capables d'entrer en résonance au passage de la vibration incidente et de se comporter ensuite comme des sources élémentaires d'ultra-sons. En attribuant l'existence de ces anomalies à un phénomène vibratoire à l'échelle du grain ou d'un édifice plus complexe de la structure, il faut admettre en même temps l'influence de la capacité d'amortissement du métal qui peut modifier les phénomènes observés en atténuant les anomalies dans le cas d'un fort amortissement des vibrations des grains. Les ultra-sons, pensons-nous, peuvent constituer un moyen précieux d'étude de la capacité d'amortissement des substances et des phénomènes mécaniques ayant lieu, dans le domaine élastique, aux joints des cristaux.

Dans tous les cas où un affinage thermique de la structure est possible, notamment pour les aciers surchauffés ou refroidis très lentement, son application fait disparaître les singularités du type étudié ici, constatées au cours des sondages par les ondes ultra-sonores millimétriques.

L'existence de ces anomalies de transmission et de réflexion souligne la nécessité qu'il y a, avant de conclure à l'existence de discontinuités physiques (fissures, flocons, retassures, etc.) dans un métal, à multiplier les sondages en faisant varier les positions des palpeurs, émetteur et récepteur, ainsi que la

fréquence des ondes émises. A cet égard, les appareils permettant, à puissance d'émission constante, d'obtenir toute une gamme de longueurs d'onde sont particulièrement précieux.

RADIOCRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la structure lacunaire des dinitrocelluloses.* Note de Mlle **Thérèse Petitpas**, présentée par M. Charles Mauguin.

Une dinitrocellulose dont le taux d'azote est compris entre 11,5 à 12,5 % contient 2,2 à 2,3 groupes nitrate par chaînon C_6; la maille orthogonale de dimensions

$$a = 14\ \text{Å},$$
$$b = 10,4\ \text{Å}\ \text{(axe de fibre)},$$
$$c = 8\ \text{Å}$$

contient 4 chaînons en C_6, 2 chaînons dans la direction b et 2 chaînons dans le plan ac. Le poids moléculaire d'un chaînon pour le taux d'azote moyen (11,5-12,5 %) est de 260.

On calcule à partir de ces données une densité 1,45 beaucoup plus faible que la densité mesurée dans l'eau, qui est égale à 1,66.

Sur la cellulose non nitrée on trouve au contraire un bon accord entre densité mesurée ($d = 1,59$-$1,60$) et densité calculée (1,58).

On peut s'expliquer l'écart trouvé dans le cas de la dinitrocellulose, si l'on tient compte de la structure fortement lacunaire de la molécule qui permet aux molécules d'eau de pénétrer à l'intérieur de la maille. Ces lacunes sont importantes puisque les chaînes de la cellulose ont dû au cours de la nitration s'écarter suffisamment pour que les atomes d'azote et surtout les deux atomes d'oxygène puissent se loger. Or, dans la dinitro tous les —OH ne sont pas nitrés, en sorte qu'une lacune existera dans la structure autour de chaque OH libre. De la différence entre les deux densités on peut déduire la quantité d'eau qui a dû pénétrer dans la maille.

On trouve $1^{\text{mol}},5$ d'eau ou $1^{\text{at}},5$ d'oxygène par C_6. Or, il reste $3 - 2,2 = 0,8$ groupes OH libres. Chaque groupe nitrate est porteur de deux oxygènes; en gros on peut donc mettre à la place d'un groupe nitrate le double de molécules d'eau, soit $0,8 \times 2 = 1,6$, ce qui correspond au calcul.

Ainsi l'écart entre la densité calculée et la densité mesurée peut s'expliquer par la pénétration du liquide dans la structure lacunaire. Les chaînes s'écartent régulièrement en fonction du taux d'azote, mais tous les espaces ainsi créés ne sont pas remplis par les groupes nitrés tant qu'on n'a pas atteint la trinitrocellulose. A ce moment, non seulement tous les OH sont nitrés, mais il y a un réarrangement de la maille qui se trouve avoir le côté a un peu plus petit. Il n'y a plus du tout de lacunes et l'on trouve un assez bon accord entre la densité mesurée et la densité calculée, soit respectivement 1,67 et 1,71.

Ces observations montrent que dans le cas de structures lacunaires, la définition de la densité doit être bien précisée.

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'étude des fractures du Massif Central [Dôme de Saint-Bonnet-de-Joux (Saône-et-Loire)].* Note de M. **Philibert Russo**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

Les granites d'anatexie qui constituent le Dôme de Saint-Bonnet-de-Joux offrent une schistosité souvent assez marquée et passant parfois à une structure gneissique. Les accidents de la phase plastique s'y marquent par des alignements de nodules foncés noyés dans un fond clair, des alternances de lits porphyroïdes et de lits fins, des quartz et des feldspaths plus ou moins alignés (migmatites). Ceux de la phase rigide sont principalement des joints subverticaux et subhorizontaux.

J'ai examiné plus de 300 groupes de joints dans la région comprise entre La Guiche et Trambly du Nord au Sud, et entre Vendenesse et Pressy d'Ouest en Est. Leurs orientations marquent une dominante très nette Nord 280° à 300° Ouest (80 %), pour les subhorizontaux. Les subverticaux sont, pour la plupart, orthogonaux à cette direction et s'orientent à peu près Sud 220° Ouest (15 %). Les autres orientations, comprises entre 270° (E-W) et 360° (N-S), et intéressant presque exclusivement des subverticaux représentent les 5 % restants.

Les joints subhorizontaux offrent un pendage de 5° à 45°, vers le Nord-Est, dans le Nord du pays, et de valeurs voisines, vers le Sud-Ouest, dans le Sud. Aussi les bancs de granite s'affrontent-ils de part et d'autre du centre du dôme. Ils présentent, en de nombreux points, des surfaces listriques portant des cannelures de friction orientées Nord-Est-Sud-Ouest. Les plus beaux exemples s'en montrent à Vaux (commune de Sivignon). D'autres existent vers Suin, Sainte-Colombe, Dondin, Artus, Trambly, etc. Ces cannelures indiquent un glissement de blocs les uns sur les autres, avec chasse oblique vers le haut, ce qui accentue l'affrontement des regards des accidents qui se relèvent vers le Nord-Est dans le Sud et vers le Sud-Ouest dans le Nord.

Les joints subverticaux sont le plus souvent des failles normales NNE-SSW, avec rejet allant de quelques centimètres à plusieurs mètres. Souvent difficiles à observer dans les régions où les granites seuls affleurent, les rejets sont soulignés par les accidents de la couverture secondaire vers Mornay, Ballore, Viry, les vallées de l'Arconce et de la Bourbince dans l'Ouest, et vers Pressy, Saint-Martin, Salornay et les vallées de la Guye, de la Gresne et au delà, dans l'Est. On y voit que, comme les surfaces listriques, les failles normales s'affrontent de part et d'autre du centre du dôme, mais suivant des directions orthogonales. Elles répondent les unes et les autres à des dispositifs de fractures conjuguées d'étirement de Hans Cloos où les accidents se résolvant en failles normales correspondent à un stade de début et de surface, et ceux qui se résolvent en surfaces chevauchantes (qui sont de vraies failles inverses), à un stade plus avancé et plus profond. Les roches rigides

de surface ne permettent que la formation de failles, celles, plus plastiques du socle, permettent en outre le tassement horizontal et par suite les chevauchements.

Les accidents du Dôme de Saint-Bonnet appartiennent donc à deux systèmes successifs et orthogonaux de bombement du type décrit par Hans Cloos : 1° Bombement donnant les surfaces listriques, antérieur au Trias et par suite syntectonique ou immédiatement post-tectonique à l'orogénie hercynienne; 2° Bombement donnant les failles normales, postérieur aux termes les plus élevés du Jurassique et antérieur au Pliocène.

Les poussées de bombement sont du Nord-Est et du Sud-Ouest pour les premiers accidents, de l'Ouest-Nord-Ouest et de l'Est-Sud-Est pour les seconds. L'encadrement est donc dans l'ensemble Nord et Sud pour les premiers, Est et Ouest pour les seconds.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la germination de la graine de l'* Androcymbium gramineum *Macbride en présence de colchicine.* Note (*) de M. **Paul Jaeger**, présentée par M. René Souèges.

En 1933, A. Chevalier ([1]) attire l'attention sur la toxicité de l'*Androcymbium gramineum* Macbride, Liliacée saharienne à fleurs mauves semblables à celles des *Crocus*. En 1936, E. Perrot ([2]) révèle la présence de colchicine dans le bulbe, les feuilles, les fleurs et les semences de cette espèce. Comme cette substance a pour effet de ralentir la croissance des plantules et d'induire chez celles-ci des tuméfactions localisées, au niveau des appareils souterrain et aérien, il nous a paru intéressant de savoir comment se comporterait, en présence de colchicine, une jeune plante issue d'une graine contenant ce même alcaloïde.

Disposées en boîte de Pétri sur papier filtre imprégné d'eau distillée, les graines ([1]) de l'*Androcymbium gramineum* germent en grand nombre (pratiquement 100%) au laboratoire, à la température ordinaire (juin-août), à la lumière diffuse et après un laps de temps de 6 à 15 jours. Ce phénomène a pu être reproduit, avec le même lot de graines, pendant plusieurs années de suite (1946-1948).

La racine, organe blanchâtre, non ramifié (plantules âgées de quatre semaines), est dépourvue de poils absorbants typiques; mais, chez les jeunes sujets, toute la surface radiculaire, sauf l'extrémité terminale, est parsemée d'une infinité de pustules papilleuses. Quand la racine ne mesure encore que 3 à 4^{mm}, on voit apparaître l'ébauche du coléoptile. Cet organe, au moment où il est sur le point d'être forcé par la première feuille, se présente comme un étui translucide, long d'une dizaine de millimètres et légèrement aplati à sa base. Au 10e jour environ, ou plus tard, le coléoptile est percé par la première

(*) Séance du 27 septembre 1948.
([1]) *Rev. Bot. appl.*, 1933, p. 351.
([2]) *Bull. Sc. pharmacol.*, 43, 1936, p. 257.

feuille. (Au cours de nos expériences nous avons observé une graine donnant naissance à deux plantules.) Tels sont les divers stades que parcourt une jeune plante d'*Androcymbium gramineum* se développant en présence d'eau distillée.

Pour étudier l'action de la colchicine sur la germination des graines de cette espèce, nous avons fait appel à deux méthodes. Dans la première, les graines sont déposées dans des boîtes de Pétri sur papier filtre imprégné de 4$^{cm^3}$ d'eau distillée. Quand la radicule commence à percer les téguments, l'eau est remplacée par 4$^{cm^3}$ d'une solution aqueuse de colchicine ([3]) de titre connu. Nous avons employé, d'une part, des solutions faiblement concentrées : 0,05 %, 0,1 %, 0,5 %, telles qu'elles sont habituellement utilisées par les auteurs et, d'autre part, des solutions à concentration forte : 1 %, 2 %, 3 % et même 4 %. La deuxième méthode consiste à laisser les graines s'imbiber au contact d'une solution aqueuse de colchicine à 0,5 % pendant un temps variable : 12 heures, 24 heures et 44 heures. Après ce laps de temps, les graines sont lavées à grande eau et déposées sur papier filtre humide comme d'habitude. Dans les deux cas on opère en présence d'un témoin.

Quelle que soit la méthode employée et quelle que soit la concentration de la solution ou la durée de contact des graines avec les solutions colchicinées, en aucun cas nous n'avons vu les sujets traités se comporter autrement que les témoins. Les lots soumis à l'action de la colchicine ne se distinguent des autres ni par un ralentissement de la croissance, ni par l'apparition d'une tumeur radiculaire ou autre; morphologiquement, les sujets traités se comportent comme les témoins. Ce résultat concorde avec celui qu'a obtenu Blakeslee ([4]) qui, le premier, établit que la colchicine est incapable d'induire des tumeurs chez le Colchique, la plante étant immunisée vis-à-vis de l'alcaloïde « comme le serpent l'est vis-à-vis de son propre venin ».

BOTANIQUE — *Interprétation de l'écaille du cône chez les Conifères.* Note de M. **Henri Gaussen**, présentée par M. Raoul Combes.

On peut distinguer chez le Pin trois types de rameaux : les *auxiblastes*, à croissance indéfinie, les *mésoblastes*, dont la croissance est beaucoup moins active, et les *brachyblastes*. Ces derniers sont des rameaux nains qui, dans leur partie à anatomie normale de rameau, portent des feuilles réduites à l'état d'écailles : euphylles squamiformes. Ce rameau nain envoie tous ses faisceaux dans un nombre réduit d'aiguilles qui ont la structure d'un rameau coupé en long; elles ont été appelées pseudophylles.

En admettant cette terminologie, l'axe du cône est un mésoblaste et suivant

---

([3]) Avant l'emploi nous avons eu soin de vérifier l'alcaloïde quant à ses caractères chimiques (réactions colorées classiques) et biologiques : action vis-à-vis d'une espèce sensible à la colchicine telle que le *Pennisetum typhoideum* Rich.; à la concentration de 1/1000 le produit utilisé ralentit considérablement la croissance de la plantule et engendre des tumeurs au niveau de la racine et du coléoptile.

([4]) *Amer. Journ. of Bot.*, 26, 1939, p. 163.

l'interprétation de Van Tieghem et Hagerup, la fleur femelle est portée par un brachyblaste à l'aisselle d'une bractée. Cette bractée est incontestablement une euphylle avec son faisceau haplo ou diplostélé. Le rameau nain floral porte, d'après Hagerup, qui a étudié le Pin et le Mélèze, deux premières feuilles α et β (euphylles) qui sont foliacées dans les cas de virescence mais sont normalement fertiles. Elles constituent, pour cet auteur, les mégasporophylles assimilées au tégument de l'ovule. Il estime que le brachyblaste porte une troisième feuille, origine de l'écaille, placée en arrière; elle se développe fortement et recouvre le sommet du brachyblaste arrêtant son développement. L'écaille serait donc une feuille.

Cette conception me paraît discutable. L'écaille de Sapin, par exemple, ne ressemble guère à une feuille, elle a l'allure d'un cladode. Il est rare de voir une feuille empêcher un rameau de se développer et, si l'on examine l'appareil vasculaire, on voit que tous les faisceaux passent dans l'écaille qui apparaît comme le brachyblaste lui-même aplati. L'écaille n'a pas un seul faisceau haplo ou diplostélé comme les euphylles mais a tous les caractères de pseudophylle emportant avec elle tout le cylindre central du brachyblaste. Cette forme de cladode est même, sans doute, le type primitif du brachyblaste. Supposons la déchirure du limbe entre toutes les nervures de l'écaille et nous obtiendrons un type comme le brachyblaste de *Czekanowskia setacea* Heer du Jurassique; si c'est entre des groupes de nervures, on obtient des brachyblastes avec pseudophylles d'*Arctobaiera Flettii* Florin [1]. L'allure de cladode est aussi très nette chez *Pseudovoltzia Liebana*.

Dans l'écaille, il pourrait y avoir deux parties : la base, qui est vraiment le brachyblaste ramuliforme, et le limbe qui serait une série de pseudophylles non encore séparées et, chez le Pin, engainées à leur extrémité par l'écusson.

La présence de poils sur les écailles est un argument de plus pour admettre la nature de cladode. Les feuilles n'ont jamais de poils chez les Conifères. Les poils d'écaille et ceux de rameaux sont construits de la même façon chez *Pseudotsuga* et chez *Keteleeria* par exemple.

Chez *Cryptomeria*, étudié aussi par Hagerup, les quatre petites pointes sont interprétées par lui comme les feuilles stériles d'un rameau nain théorique. Il me semble préférable de les considérer comme les quatre lobes du brachyblaste-cladode, lobes qui paraissent très nettement sur l'écaille développée.

Chez *Cupressus*, on voit mal comment un rameau nain, cylindrique pour Hagerup, pourrait porter deux rangées d'ovules alignés, tandis qu'un cladode réduit à un long mamelon peut les porter très normalement.

(¹) Je suppose que le lecteur a les dessins de Hagerup sous les yeux.

On trouve des figures explicatives dans : Emberger, *Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants* (figures 382 à 394, reproductions de Hagerup) et dans : Gaussen, *Les Gymnospermes actuelles et fossiles* (figures 15 et 166, reproductions de divers auteurs).

Quant à l'exemple des *Juniperus*, on peut proposer une autre explication que celle d'Hagerup qui accepte qu'une bractée porte un ovule à son aisselle, ce qui ne se voit pas ailleurs. Si l'on admet que le mésoblaste, axe du cône, cesse de croître, et se termine par un verticille de trois bractées sans bourgeon terminal apparent, on peut dire : chez *J. Sabina*, se forment trois brachyblastes ovulifères dont l'un est stérile et forme la columelle avec les deux préfeuilles α et β; chez *J. chinensis*, l'une des feuilles du brachyblaste columelle est fertile, les deux autres brachyblastes supérieurs avortent; chez *J. communis* tout avorte sauf le brachyblaste-columelle qui a trois ovules; chez *J. virginiana* la columelle peut n'avoir qu'un ovule qui prend la place terminale.

Ainsi, en laissant à travers Abiétacées, Taxodiacées, Cupressacées, le même rôle à la bractée et à l'écaille ovulifère (brachyblaste cladode), on explique tous les types, et tous les cônes apparaissent avec la valeur d'inflorescence. Araucariacées et Céphalotaxacées peuvent recevoir la même interprétation.

MYCOLOGIE. — *Structure microscopique de la membrane sporique des Agarics du genre* Rhodophyllus *Quel.* Note de M. **Robert Kühner**, présentée par M. Joseph Magrou.

On sait que la spore des *Rhodophyllus* est caractérisée par une membrane rosée, présentant des plis à arêtes externes, plus ou moins régulièrement anastomosés, qui la rendent polyédrique. Cette membrane ne constitue certainement que la couche externe, ou épispore, de la paroi sporique, car on peut, sans que la spore disparaisse complètement, l'éliminer en utilisant une lessive de potasse de 5 à 10 %, à l'autoclave à 120°. Toutefois, certaines espèces ont une épispore particulièrement résistante, et dans des préparations des *R. euchlorus*, *icterinus*, *mammosus*, *rhombisporus* et *sepium*, nous avons pu reconnaître l'épispore malgré le traitement violent auquel elle avait été soumise, traitement qui l'avait cependant décolorée et gonflée. L'épispore des chromosporés autres que les *Rhodophyllus* semble beaucoup plus résistante encore.

Après élimination de l'épispore, la plupart des spores de *Rhodophyllus* perdent l'aspect caractéristique de ce genre, pour en revêtir un qui fait penser aux Lactaires : très souvent en effet la spore perd son aspect polyédrique pour prendre une forme régulièrement arrondie, globuleuse, elliptique ou subfusiforme, si l'on excepte des crêtes anastomosées en réseau qui ornent sa surface, crêtes qui se colorent nettement dans la solution ammoniacale de bleu diamine portée à l'ébullition (sur le matériel traité au préalable par la potasse à l'autoclave), et qui correspondent par leur position aux arêtes épisporiques de la spore intacte. Les espèces dont la spore reste franchement polyédrique après ces opérations sont fort peu nombreuses : nous signalerons seulement *R. staurosporus*, dont la spore semble à première vue non modifiée; la forme caractéristique est conservée, la concavité plus ou moins accusée des arêtes longitudi-

nales subsistant même; cependant après teinture par le bleu diamine, on observe une bande d'un bleu violet sur chaque arête de prisme.

Les lignes qui constituent le réseau colorable au bleu diamine sont plus ou moins étroites ou larges suivant les espèces : elles sont fines, mais bien distinctes, chez *R. fumosellus, lividus, mammosus, papillatus, serrulatus*, particulièrement fines et même plus ou moins imparfaites chez *R. nitidus*, au contraire larges et empâtées chez *R. amenides* et *icterinus* par exemple. Les lignes du réseau se colorent aussi par l'hématoxyline ferrique, et il nous est arrivé de les mettre en évidence à l'aide de cette teinture, sur des coupes au microtome de matériel fixé, sans aucun traitement par la potasse.

Chez *R. cetratus, euchrous, lividus, nitidus, rhodocylix*, la plupart des spores ne conservent plus, après traitement par la potasse à l'autoclave, qu'une paroi mince, non ou peu colorable par le bleu diamine, sauf au niveau du réseau en relief de sa surface. Par contre, dans d'autres espèces, comme *R. fumosellus, icterinus, papillatus, porphyrophæus, undatus* par exemple, de nombreuses spores décapées montrent une paroi sensiblement épaissie et colorable par le bleu diamine, de sorte que le réseau superficiel arrive à ne plus trancher par sa coloration sur la paroi qui le porte. Dans les préparations de feuillets de ces espèces, on peut cependant trouver au moins quelques spores à paroi mince, non sensiblement colorable, à l'exception du réseau; de toute évidence il s'agit de spores jeunes. C'est cette paroi interne qui correspond à la membrane de la baside, comme nous l'a montré de façon fort nette une préparation de *R. undatus*, où nous avons trouvé quelques basides à paroi aussi épaissie et aussi diaminophile que la paroi interne de la spore.

Dans certains cas, nous avons observé une stratification de la membrane subsistant après décapage à la potasse; nous l'avons notée pour quelques spores de *R. sericeus* et *undatus*, et pour la plupart des spores de *R. minutus*, et *porphyrophæus*; dans ces cas la couche interne de la paroi, d'épaisseur partout uniforme, se colore en un bleu plus intense et plus franc que la couche au réseau dont la teinte apparaît, par comparaison, plus claire et plus violacée.

Il est tentant de penser que c'est la formation des crêtes à la surface externe de l'endospore qui, soulevant l'épispore au-dessus d'elles, détermine l'apparition de ses plis caractéristiques. Il faut cependant remarquer que le traitement de fragments de feuillets par la potasse à l'autoclave semble abaisser notablement le nombre des spores présentes à leur surface, en éliminant les spores jeunes, du moins celles qui n'avaient pas encore atteint les dimensions finales. Les observations vitales montrant que le bossellement de la spore commence alors que la taille de celle-ci est encore bien au-dessous de ce qu'elle sera à maturité, on se trouve facilement conduit à l'hypothèse inverse, selon laquelle l'endospore et ses crêtes sont des formations d'apparition tardive qui, s'apposant à la face interne de l'épispore déjà anguleuse, tendraient à arrondir le volume qu'elle limite.

BIOLOGIE. — *La biologie et les constructions du Termite* Apiçotermes arquieri, n. sp. Note (*) de MM. **Pierre-P. Grassé** et **Charles Noirot**, présentée par M. Maurice Caullery.

Les *Apicotermes*, Termites exclusivement africains, sont connus comme étant les plus habiles des Insectes constructeurs. Toutefois, on ignore tout de leurs mœurs et leur *nid* n'a jamais été observé *in situ*, dans la nature.

Dans les savanes de Bossembélé (Oubangui-Chari), nous avons étudié, dans des conditions favorables, une nouvelle espèce d'*Apicotermes*, l'*A. arquieri*.

Les *Apicotermes* mènent une vie entièrement souterraine. Les ouvriers se gavent de terre riche en humus; ils nourrissent les soldats avec un aliment stomodéal, chargé de particules terreuses et humiques, et les larves ainsi que les reproducteurs fonctionnels d'un fluide hyalin (salive pure?).

Leur nid (nous verrons que ce terme est impropre) est enfoui dans le sol à une profondeur variant entre 5 et 25^{cm}; rien au dehors ne décèle sa présence, circonstance qui rend sa trouvaille malaisée.

Les ouvriers le construisent avec du mortier stercoral; ils défèquent exactement au point voulu, un boudin vermiculé de mortier, puis font un demi-tour et triturent avec les appendices buccaux la masse pâteuse, l'étalent, la lissent, etc.

Voici, très simplifiée, la description du nid : c'est un ovoïde régulier, haut de 10 à 25^{cm}, large de 7 à 17^{cm}. Intérieurement, il est divisé en étages superposés par de minces cloisons horizontales, percées, en leur centre, d'un ombilic avec rampe qui assure la communication selon l'axe du nid.

La paroi, au niveau de chaque étage, est creusée d'un canal circulaire qui communique avec l'intérieur du nid par des ouvertures à la taille des habitants. Quelques orifices, trop petits pour livrer passage aux ouvriers, donnent sur l'extérieur.

En outre, des canaux méridiens, saillant à la surface de l'ovoïde, font communiquer directement tous les canaux-circulaires pariétaux et permettent aux Termites d'aller d'un pôle à l'autre de l'ovoïde, sans avoir à passer par l'intérieur de l'édifice. De tels canaux ne paraissent pas exister dans les nids antérieurement décrits.

Les *Apicotermes*, dans l'exécution de différentes parties de l'édifice, font preuve d'une habileté technique raffinée et d'une maîtrise en matière de géométrie, auprès de laquelle l'architecture de la ruche semble rudimentaire.

Le nid des Apicotermes n'est pas en contact immédiat avec la terre. Autour de lui règne un espace libre dont l'épaisseur varie de 2 à 6^{cm}. A cet espace, qui épouse la forme du nid et dont la paroi est revêtue d'un enduit terreux homogène, nous donnons le nom de *parœcie*.

(*) Séance du 27 septembre 1948.

Le *nid* est maintenu par de gros tubes en terre qui partent de sa propre paroi, traversent la parœcie et s'enfoncent dans la terre, selon un dispositif trop compliqué pour être décrit ici. Ces tubes assurent le passage de l'endœcie à la périœcie (¹). Ils sont continués, en dehors du nid, par un réseau de galeries souterraines, dont les parois ont un aspect chagriné très caractéristique.

Contrairement à ce que l'on a supposé jusqu'ici, une termitière d'*Apicotermes* ne se limite pas à un seul ovoïde, *elle en comprend plusieurs*, généralement de taille croissante. Ces ovoïdes communiquent entre eux par le système des galeries constituant la périœcie. Ils contiennent, les uns exclusivement des ouvriers, des soldats, des nymphes et des larves âgées, les autres, en plus de ces catégories, du couvain très jeune et des œufs; enfin l'un d'eux abrite, en outre, le couple royal.

Il nous a paru qu'une termitière âgée se compose d'au moins 4 à 5 ovoïdes, séparés par des distances variant de 1ᵐ à une vingtaine de centimètres. Nous avons suivi les galeries à parois chagrinées qui les relient.

Enfin pour lever tous les doutes sur la multiplicité des ovoïdes dans une même termitière, il nous suffira de dire que nous avons trouvé des ovoïdes coalescents, parfaitement entretenus et normalement habités.

Contrairement à ce que l'on a pu supposer, l'existence, chez les Isoptères, de termitières faites de plusieurs constructions distinctes n'est point exceptionnelle; nous l'avons retrouvée chez des Termites champignonnistes (chez *Acanthotermes* et surtout chez l'extraordinaire *Sphærotermes*). Le fait a été pressenti, depuis de longues années par Silvestri (²) pour les constructions souterraines des *Cornitermes* qui habitent l'Amérique du Sud.

Les multiples problèmes posés par les constructions et le comportement des *Apicotermes* seront étudiés dans un Mémoire détaillé.

PHARMACOLOGIE. — *Action anticonvulsivante et structure moléculaire de quelques composés hétérocycliques pentagonaux.* IV. — *Étude de la diméthyldithiohydantoïne et de ses sels.* Note (*) de MM. **René Hazard**, **Jean Cheymol** et Mˡˡᵉ **Klaudia Smarzewska** (¹), transmise par M. Léon Binet.

Les remarquables propriétés protectrices de la diméthyldithiohydantoïne (²) vis-à-vis du choc cardiazolique nous ont engagés à étudier plus complètement ce composé tant du point de vue chimique que du point de vue pharmacologique.

I. *Préparation.* — En 1939, Dupont de Nemours (³) l'a obtenue en faisant

(¹) Pour la définition des termes périœcie, endœcie, exœcie, *voir* P. Grassé, *Ann. des Sc. Natur.*, 11ᵉ série, 6, 1944-1945, p. 104.

(²) *Redia*, 1, 1903.

(*) Séance du 9 août 1948.

(¹) En collaboration avec P. Chabrier.

(²) *Comptes rendus*, **226**, 1948, p. 1850, 2018 et **227**, 1948, p. 312.

(³) *A. P.*, **816**, 1939, p. 2143.

réagir en milieu benzénique le sulfure de carbone sur l'isopropyl-α-aminonitrile. Récemment, Carrington ([4]) a indiqué une autre méthode de préparation générale des dithiohydantoïnes. Nous utilisons une troisième méthode consistant à mélanger en solution parties équimoléculaires de l'isopropyl-α-oxynitrile, d'ammoniaque et de sulfure de carbone.

Propriétés. — La diméthyldithiohydantoïne se présente sous forme de cristaux blancs, fondant à 142°, solubles dans l'eau bouillante, l'alcool, l'éther, le benzène à chaud et les alcalis. Elle donne des sels avec les métaux ou les bases organiques. Nous n'envisageons ici que l'emploi des sels alcalins et alcalino-terreux.

ÉTUDE PHARMACOLOGIQUE : *Toxicité.*

a. Souris. — La dose léthale 50 % (voie intraveineuse) est de 350^{mg} par kilogramme;

b. Lapin. — Des lapins ont reçu pendant 15 jours *per os* des doses quotidiennes allant de 10^{mg} à 50^{mg} par kilogramme : tous ont maintenu leur poids et leur bon état général. Ces doses représenteraient 3^{g} par jour pour un homme de 60^{kg}, soit plus de 10 fois la dose thérapeutique à utiliser.

Action anticonvulsivante. — Comme nous l'avons signalé ([1]), parmi un grand nombre de corps étudiés sur le choc cardiazolique chez le Lapin, la diméthyldithiohydantoïne s'est révélée avoir l'action sédative la meilleure aux plus faibles doses. Des doses de 15^{mg} par kilogramme (injection intraveineuse) produisent déjà un effet protecteur efficace. Celles de 50^{mg} par kilogramme sont les plus favorables. Sur la crise épileptiforme provoquée par l'électro-choc (passage transcérébral du courant alternatif de 50 volts pendant une demi-seconde), elle s'est révélée peu efficace. Comparée avec deux autres antiépileptiques majeurs (phénobarbital et diphénylhydantoïne) ainsi qu'avec la triméthyloxazolidine elle a donné schématiquement les résultats suivants :

	Protection contre la crise	
Corps étudié.	cardiazolique.	électrique.
Phénobarbital (*gardénal*)	+	+
Diphénylhydantoïne	tendance à l'exagérer	+
Triméthyloxazolidine (*tridione*)	0	(?)
Diméthyldithiohydantoïne	+	0

L'action différente des trois antiépileptiques majeurs sur les crises cardiazolique et électrique peut conduire à un emploi clinique nuancé, étant donnée la localisation probable de ces médicaments sur des régions différentes du système nerveux central. Ces essais ont été réalisés avec la diméthyldithiohydantoïne en solution dans le propylène-glycol et aussi avec les sels de sodium, de calcium, de strontium, de magnésium et du sel de diéthylamine. Toutes ces formes ont donné des résultats sédatifs comparables.

Les effets protecteurs se maintiennent pendant plus de deux heures.

([4]) *J. Chem. Soc.*, 1947, p. 681-683, 684-686.

Action hypnotique. — Chez la Souris blanche, la diméthyldithiohydantoïne n'est hypnotique qu'à dose subléthale.

Action cardiovasculaire. — Alors que la diphénylhydantoïne, injectée dans les veines du Chien, entraîne une hypotension et une dépression cardiaque très marquées pour 1^{cg} et mortelles pour 5^{cg} par kilogramme [8], la diméthyldithiohydantoïne ne donne pour les mêmes doses qu'une action insignifiante sur le cœur et la pression, effets changés même en une action renforçatrice cardiaque nette en utilisant son sel de calcium.

Action antithyroïdienne. — Le groupement actif —N=C=S dans les substances organiques antibasedowiennes connues étant représenté deux fois dans la molécule de la diméthyldithiohydantoïne, nous avons recherché cette action. Des rats blancs recevant soit *per os*, soit sous la peau $0^{g},1$ par kilogramme quotidiennement pendant 25 jours n'ont pas varié de poids, mais leurs thyroïdes ont sensiblement triplé pondéralement par rapport à celles des animaux témoins.

Contrairement aux antibasedowiens connus, l'examen histologique a montré le maintien de l'aspect normal des cellules thyroïdiennes.

En résumé : la diméthyldithiohydantoïne se révèle un antiépileptique majeur de la classe du gardénal et de la diphénylhydantoïne. Sur le premier, elle présente l'avantage d'être dépourvue d'action hypnotique; sur la seconde, de montrer une action cardiovasculaire expérimentale non dangereuse. Sa très faible toxicité permet d'entrevoir une marge thérapeutique favorable. Les effets protecteurs de ces trois substances sur les tests convulsivants laissent espérer une action thérapeutique se localisant différemment sur les centres nerveux.

PHYTOPHARMACIE. — *L'action insecticide du 1.1.1-trichloro-2.2 bis (p-chlorophényl)-éthane (D.D.T.) se ramène-t-elle à un effet anticholinestérasique ?* Note [*] de MM. **René Truhaut** et **Daniel Vincent**, présentée par M. René Souèges.

On sait que le 1.1.1-trichloro-2.2 bis (*p*-chlorophényl)-éthane, universellement utilisé comme insecticide sous le nom de D. D. T., est un toxique *de contact* traversant la cuticule des Insectes, grâce à sa haute solubilité dans les lipides, et provoquant des symptômes d'intoxication nerveuse : excitation motrice sans coordination, suivie de paralysie et de mort.

C. W. Kearns et R. S. Metcalf [1], expérimentant sur la Blatte américaine (*Periplaneta americana*), ont montré que cette action toxique était potentialisée par injection d'acétylcholine ou d'ésérine. Étant donnée l'action inhibitrice bien connue de cette dernière sur la cholinestérase, diastase qui inactive l'acétylcholine en l'hydrolysant en choline, les auteurs ont émis l'hypothèse que le

---

[8] A. Baudouin et R. Hazard, *Bull. Ac. Méd.*, 125, 1941, p. 39-40.

[*] Séance du 27 septembre 1948.

[1] *Communicat. Depart. of Entomol. Univ. of Urbana (Illinois)*, oct. 1944.

D. D. T. serait, comme l'ésérine, un inhibiteur de la cholinestérase, d'où une accumulation d'acétylcholine produisant les accidents nerveux. Le mécanisme d'action toxique du D. D. T. serait ainsi comparable à celui d'un toxique ayant fait l'objet de recherches toutes récentes : le diisopropylfluorophosphonate ou D. F. P.

Nous avons soumis cette hypothèse au contrôle expérimental. Après des essais préliminaires (²), dans lesquels nous avons montré que le D. D. T. était dépourvu d'action inhibitrice vis-à-vis de la cholinestérase (pseudo-cholinestérase) du sérum des animaux supérieurs, nous avons entrepris des recherches directement sur les Insectes. Nos expériences ont porté sur 2 espèces qu'il est facile de se procurer : la Mouche domestique (*Musca domestica*, Diptère) et le Doryphore de la Pomme de terre [*Leptinotarsa* (*Chrysomela*) *decemlineata*, Coléoptère]. Le D. D. T. utilisé était un produit soigneusement purifié par cristallisations successives dans l'alcool éthylique absolu et l'hexane; F 108°,5-109° (corr.) (³).

Dans le cas de la Mouche, deux séries d'essais ont été effectuées : l'une, dans laquelle les Insectes vivants ont été soumis à la nébulisation sous cloche d'une émulsion du toxique à 1 pour 1000 dans une solution aqueuse de gélatine à 5 pour 1000 (³); l'autre, dans laquelle le D. D. T. a été ajouté *in vitro*, soit en nature, soit en solution alcoolique à 1 pour 1000, à une suspension titrée de broyat d'Insectes dans du liquide de Ringer bicarbonaté. Les doses de D. D. T. utilisées ont varié de $0^{mg},1$ à 10^{mg} pour 2^{cm^3} de suspension à 1/20, correspondant à $0^{g},10$ d'Insecte.

Dans le cas du Doryphore, nous n'avons procédé qu'à des essais *in vitro* avec le D. D. T. ajouté en poudre, à des doses variant de 2 à 10^{mg} pour 2^{cm^3} de suspension à 1/10, correspondant à $0^{g},20$ de purée d'Insecte.

Dans tous les cas, l'activité cholinestérasique a été déterminée sur les suspensions de broyat d'Insecte après contact de deux heures avec le toxique, en utilisant la méthode manométrique de Warburg : après addition d'un volume déterminé de solution de chlorure d'acétylcholine à 4 pour 1000, on mesure l'acide acétique libéré par hydrolyse enzymatique de ce dernier, d'après le dégagement de gaz carbonique produit par action sur le liquide de Ringer bicarbonaté. L'activité cholinestérasique est exprimée par le volume de gaz carbonique dégagé en millimètres cubes au bout de vingt minutes, en opérant au thermostat à 38° avec agitation continue.

Dans le cas où le D. D. T. a été utilisé en solution alcoolique, il a été tenu compte de l'action inhibitrice due à la petite quantité d'alcool ajoutée.

(²) R. TRUHAUT et D. VINCENT, *C. R. Soc. Biol.*, 141, 1947, p. 65 et *Ann. pharm. franç.*, 5, 1947, p. 159.

(³) Cf. R. TRUHAUT, *Les dérivés organiques halogénés doués d'activité insecticide*, Paris, 1948.

Voici, condensés dans le tableau ci-dessous, les résultats obtenus :

Insectes.	Doses de D. D. T. (mg).	Activité cholinestérasique.
A. *Mouche domestique.*		
1. *Essais* in vivo	0 (témoin)	77
	émulsion à 1 ‰ nébulisée	79
	0 (témoin)	69
	émulsion à 1 ‰ nébulisée	74
2. *Essais* in vitro :		
1° D. D. T. utilisé en solution alcoolique à 1 ‰	0 (témoin)	98
	0,1	95
	0,2	94
	0,5	98
2° D. D. T. utilisé en poudre	0 (témoin)	190
	2	179
	10	176
B. *Doryphore.*		
D. D. T. utilisé en poudre	0 (témoin)	58
	2	63
	10	58

On voit que, aussi bien chez le Doryphore que chez la Mouche, il n'est pas possible de mettre en évidence une action inhibitrice notable du D. D. T. vis-à-vis de la cholinestérase. Contrairement à l'hypothèse de Kearns et Metcalf, ce n'est donc pas une telle action qui constitue le mécanisme de la toxicité de cet insecticide.

La séance est levée à 16h.

L. B.